

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**



**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”**

Дніпро
2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”**

27 листопада 2025 року

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том 1

Дніпро
2025

Наука і сталий розвиток транспорту 2025. Т.І: зб. тез доп. Всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених, Дніпро, 27 листоп. 2025 р.-Дніпро: УДУНТ, 2025.- с.246

У збірнику наводяться тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених «Наука і сталий розвиток транспорту 2025», в яких розглянуті питання раціонального використання енергетичних ресурсів, створення нових та удосконалення існуючих технологічних процесів, вирішення екологічних та економічних проблем сучасного виробництва для забезпечення конкурентоспроможності продукції на світовому ринку.

У I томі збірника розглянуті питання поліпшення конструкцій, раціоналізації технологій використання залізничного транспорту, сервісу та логістики, питання надійності локомотивного обладнання, поліпшення якості вагонів та вагонного господарства, розглянуто питання організації технології ремонту рухомого складу. Торкнулися питань архітектури, основ будівництва та геодезії. Розглянуті питання поліпшення конструкцій, раціоналізації технологій використання, технічного обслуговування та ремонту колісних і гусеничних транспортних засобів та залізничного транспорту, питання удосконалення транспортної логістики і раціонального використання енергетичних ресурсів. Розглянуто широкий круг задач, пов'язаних з аналітичними та експериментальними методами досліджень, а також розробкою, виготовленням та експлуатацією будівельних конструкцій і механізмів.

Організаційний комітет конференції:

Голова: д.т.н., професор Пройдак Ю.С. - проректор з наукової роботи УДУНТ

Члени організаційного комітету:

к.т.н., доцент Пуларія А.Л.
к.т.н., доцент Сковрон І.Я.
к.т.н., доцент Громова О. В.
к.т.н., доцент Горячкін. В. М.
д.т.н., професор Дейнеко Л. М.
д.т.н., професор Білодіденко С.В.
к.т.н., доцент Куроп'ятник О.С.
д.е.н., професор Чаркіна. Т. Ю.
к.т.н., професор Козенков Д.Є.
к.т.н., доцент Бондар.О. І.
к.х.н., доцент Тарасова Л.Д.
д.т.н., професор Должанський А.М.
к.т.н., доцент Сорока М.Л.
к.філол.н., доцент Мунтян А.О.
Бібліотекар 1 категорії Мартинова Л.З.

	Секція Транспортна інженерія	12
	Підсекція «Локомотиви та локомотивне господарство»	
1	Студенко О. І. (аспірант) «Цифрові методи діагностування тепловозних дизелів» (кер. доц. Очкасов О. Б.)	12
2	Семчук Р. Б. (аспірант) «Оптимізація процедури проведення реостатних випробувань локомотивів» (кер. проф. Капіца М. І.)	13
3	Панченко О. В. (ЛГ2421) «Modeling the Operation of Locomotive Suspension Elements Using Simscape Multibody» (кер. доц. Бобирь Д. В.)	14
4	Саєнко Б. О. (ЛГ2421) «Modernization and Strength Optimization of Locomotive Brake Lever Transmission Using CAE Simulation Tools» (кер. доц. Бобирь Д. В.)	15
5	Невгоденко С.М. (ЛГ2421) «Improving the Reliability of the Locomotive Compressor Pneumatic Mainline» (кер. доц. Бобирь Д. В.)	17
6	Самілик Д. О. (аспірант) «Методика визначення величин середніх радіусів тертя дискових гальмівних систем» (кер. доц. Бобирь Д. В.)	18
7	Самілик Д. О. (аспірант) «Вплив тертя гребня на питомий опір у кривій ділянці колії» (кер. проф. Капіца М. І.)	19
8	Данилко Д. В. (ЛГ2521) «Визначення роботи на нагрів буксових підшипників тягового рухомого складу» (кер. доц. Кислий Д. М.)	21
9	Жовніренко О. С.(аспірант) «Методи ідентифікації та оцінювання технічних ризиків у локомотивному господарстві» (кер. доц. Очкасов О. Б.)	22
	Підсекція «Вагони та вагонне господарство»	24
1	Пуларія Д.А. (аспірант) «Актуальність підвищення ефективності технічного діагностування рухомого складу» (кер. доц. Рейдемейстер О.Г.)	24
2	Шахов В.Б. (ВГ2421) «Підвищенні безпеки експлуатації та ефективності роботи колісних пар вантажних вагонів» (кер. доц. Пуларія А.Л.)	25
3	Дудник А.В. (ВГ2521) «Удосконалення роботи механізованих пунктів технічного обслуговування на сортувальних станціях» (кер. проф. Мямлін В.В.)	26
4	Лялюк А.М. (ВГ2421) «Особливості роботи та ремонту поглинальних апаратів вагонів» (кер. доц. Пуларія А.Л.).	27
	Секція «Транспортні технології»	29
	Підсекція «Транспортний сервіс та логістика»	29
1	Земляний Я.Р. (УВ 2311) «Заходи безпеки при використанні автомобільного транспорту в підрозділах Держспецтраслужби в мирний та воєнний час. Вимоги безпеки до обладнання та зберігання транспортних засобів» (кер. ст. викл. Гудімов В.В.)	29
2	Крісанова К.І. (УВ 2311) «Вимоги безпеки під час експлуатації, технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів» (кер. ст. викл. Гудімов В.В.)	30
3	Куть В. О. (УМСФ) «Оцінка економічної ефективності організації змішаних перевезень зернових вантажів» (кер. доц. Музикін М. І.)	32
4	Доброскок І.О. (УЗ2421). «Дослідження шляхів вирішення проблем взаємодії залізничного транспорту та вантажовласників» (кер. доц. Баркалова Н.О.)	34
5	Доброскок О.О. (УЗ2421). «Процес розвитку пропускної спроможності залізничних ліній і проблема її оптимізації» (кер. доц. Баркалова Н.О.)	35
6	Цебенко О.О. (УЗ2426). «Оптимізація маси вантажних поїздів на	37

	залізничних напрямках» (кер. доц. Баркалова Н.О.)	
7	Велко Т. С. (УЛ2421). «Роль маркетингу у контейнерних перевезеннях» (кер. доц. Бех П. В.)	38
8	Нагач А. П. (УА2421). «Методика аналізу наїзду на нерухому перешкоду» (кер. доц. Бех П. В.)	39
9	Пономаренко В. В. (УА2421). «Методика аналізу зіткнення автомобілів» (кер. доц. Бех П. В.)	40
10	Мирошников О. А. (УА2421). «Гальмування при постійному коефіцієнті зчеплення» (кер. доц. Бех П. В.)	41
11	Тарасов В.В. (аспірант) «Модель градаційної оцінки небезпеки перевезення небезпечних вантажів для підсистеми сповіщення органів реагування» (кер. проф. Зеленько Ю.В.)	42
12	Собакар Д.С. (УЗ2421) «Розрахунок оптимального часу закриття залізничної колії на весь період надання «вікон» (кер.доц.Папахов О. Ю.)	43
13	Солдатов С. М. (УЗ2421) «Сучасний досвід у питаннях вдосконалення організації вагонопотоків» (кер. доц. Папахов О. Ю.).	45
14	Брень Д. І. (УЛ2421) «Дослідження з поліпшення сучасної транспортної системи в процесі доставки вантажів» (кер. доц. Нестеренко Г. І.)	46
15	Гуліда А. В. (УЛ2421) «Шляхи підвищення стійкості функціонування вантажних станцій масового відвантаження ЗРК» (кер. доц. Журавель І. Л.)	48
16	Копил О. П. (УА2426) «Підвищення ефективності транспортування наливних вантажів автомобільним транспортом» (кер.доц. Журавель І. Л.)	49
17	Міклухо Н. С. (УЛ2421) «Удосконалення технології перевезень небезпечних вантажів шляхом розвитку її інноваційної компоненти» (кер. доц. Журавель І. Л.).	50
18	Гавриленко Д. А. (УЛ2421) «Дослідження методів підвищення ефективності роботи видів транспорту в ланцюгах перевезення металургійної продукції» (кер. доц. Огороков А. М., ст. викл. Павленко О. І.)	51
19	Замниборщ В. В. (УА2421) «Методи підвищення ефективності роботи прикордонних передавальних залізничних станцій» (кер. доц. Огороков А. М.).	52
20	Каплун С. Р. (УЛ2421) «Дослідження шляхів підвищення ефективності транспортного обслуговування коксохімічного підприємства» (кер. доц. Огороков А. М., ст. викл. Павленко О. І.)	54
21	Кислиця Є. В. (УЛ2421) «Аналіз шляхів удосконалення взаємодії елементів логістичного ланцюга в морських портах» (кер. доц. Огороков А. М.)	55
22	Копил О. П. (УА2426) «Технічні та технологічні аспекти удосконалення транспортування контейнерів автомобільним транспортом до країн ЄС» (кер. доц. Огороков А. М., доц. Журавель І. Л.)	56
23	Крейдич Ю. М. (УЛ2421) «Розробка заходів з удосконалення взаємодії морського порту з залізничним транспортом» (кер. доц. Огороков А. М.)	57
24	Тригуб А. А. (УЗ2426) «Підвищення ефективності функціонування ГЗК шляхом оптимізації взаємодії зі станцією примикання» (кер. доц. Огороков А. М.)	58
25	Утятніков Б. Д. (УЛ2421) «Методи оптимізації взаємодії різних видів транспорту та зони складування в логістичному терміналі» (кер. Огороков А. М.)	59
26	Чернобровкін Е.В.(УЛ2421)«Шляхи удосконалення логістики постачання	60

	великого промислового підприємства» (кер. доц. Окороков А. М., ст. викл. Павленко О. І.)	
27	Дзех О. В., Чубенко О. І. «Структура та характер експлуатаційної роботи залізничного підрозділу» (кер. доц. Нестеренко Г. І.)	62
	Підсекція «Транспортні вузли»	63
1	Сайгак М. В. (УЗ2421) "Актуальність розробки методики судових залізнично-транспортних експертиз на сортувальних гірках" (кер. доц. Березовий М. І.).	63
2	Приходько Д. С. (УЗ2421), Ткаченко Г. А. (студентка групи УЛ2421) «Удосконалення методів визначення робочого парку вагонів для перевезення металургійної сировини» (кер. доц. Березовий М. І.).	64
3	Пелип В. В. (УА2421) «Розробка технології доставки гуманітарного вантажу в Україну» (кер. доц. Дорош А. С.).	65
4	Поремчук А. С. (УА2421) «Аналіз технології імпорту нафтопродуктів для мережі заправних станцій UPG» (кер. доц. Дорош А. С.).	66
5	Москвітін А. Р. (УЗ2521) «Дослідження технології доставки олії залізничним транспортом до морського порту» (кер. доц. Дорош А. С.).	68
6	Глухий А. В. (УЛ2211) «Дослідження технології доставки контейнерних вантажів в Україну» (кер. доц. Дорош А. С.).	69
7	Шевченко А. О. (УЛ2211) «Аналіз сучасного стану ринку вантажних автомобільних перевезень в Україні» (кер. доц. Дорош А. С.).	70
8	Дунченко Д. Р. (УЗ2421) «Розвиток сухих портів в Україні в контексті міжнародних перевезень вантажів» (кер. доц. Мазуренко О. О.).	71
9	Тігов О. Г. (аспірант) «Дослідження формування потенційних міжнародних контейнерних потоків територією України» (кер. Мазуренко О. О.).	72
10	Василенко Т. Ф. (УЗ2426) «Інтелектуальна система кількісної оцінки проектних рішень» (кер. доц. Малашкін В. В.).	73
11	Малько Д. А. (УЗ2426) «Аналіз процесів обслуговування транзитних поїздів на сортувальних станціях» (кер. доц. Малашкін В. В.).	74
12	Петренко Д. А. (УЗ2426) «Імітаційне моделювання як інструмент оцінки експлуатаційної надійності залізничних станцій» (кер. доц. Малашкін В. В.).	75
13	Сушко С.В. (аспірант) «Проблематика дефіциту тягового рухомого складу в Україні» (кер. доц. Назаров О. А.).	76
14	Сушко С.В. (аспірант), Хаустов А. В. (УЗ2411) «Розподіл маневрових локомотивів між станціями на дирекції або у залізничному вузлі» (кер. доц. Назаров О.А.).	78
15	Віхров А. .В. (УЛ2421) «Визначення раціональних параметрів і організація роботи нового продовольчого складу» (кер. доц. Назаров О. А.).	79
16	Діброва М. В. (УЛ2421) «Оптимізація перевезення продукції підприємства автомобільним транспортом» (кер. доц. Назаров О.А.).	81
17	Земляний Р. С. (УА2426) «Організація функціонування вантажного автомобільного підприємства» (кер. доц. Сковрон І. Я.).	83
18	Пряхін А. О. (УЛ2421) «Оптимізація обслуговування структурних елементів торгової мережі» (кер. доц. Сковрон І. Я.).	85
19	Халяндра І. О. (УЛ2421) «Спорудження та організація ефективної роботи транзитного складу» (кер. доц. Сковрон І. Я.).	86
20	Боровко В. С. (УЛ2211) «Удосконалення системи складської логістики на підприємстві» (кер. доц. Сковрон І. Я.).	88
21	Стовбун В. Р. (УЛ2211) «Удосконалення методу гілок та меж при	90

	вирішенні задачі Комівояжера» (кер. доц. Сковрон І. Я.).	
22	Матко О. О. (УА2421) «Діджиталізація обігу первинних документів на автомобільному транспорті» (кер. доц. Демченко Є. Б.).	92
23	Заяць Ю. В. (УА2421) «Системи контролю роботи автотранспорту на маршрутах» (кер. доц. Демченко Є. Б.).	93
24	Колесніченко І. В. (УА2421) «Аналіз показників роботи транспортно-складського сектору України» (кер. доц. Демченко Є. Б.).	94
25	Ігнатенко А. І. (УА2421) «Аналіз виробництва та експорту української сільськогосподарської продукції» (кер. доц. Болвановська Т. В.).	95
26	Адаховська В. О., Бесага О. О. (УЗ2421) «Дослідження впливу конструкції сортувального комплексу на його показники» (кер. доц. Болвановська Т. В.).	96
	Секція «Будівництво, архітектура та інфраструктура»	98
	Підсекція «Транспортна інфраструктура»	
1	Андрєєв О. В. (АС0024) «Осадки фундаментів на слабких шаруватих основах» (кер. доц. Дубінчик О. І.)	98
2	Гирич Г. В. (КГ2521) «Капітальний ремонт колії в умовах дефіциту щебеню» (кер. доц. Арбузов М. А.)	99
3	Гладиш Д. С. (МТ2321) «Чисельний аналіз конструкції пілонної станції на основі модифікованого методу Метродіпротрансу» (кер. проф. Тютюкін О. Л.)	100
4	Губарь М. М. (КГ2112) «Реконструкція колії в умовах суспільно-політичних обставин» (кер. доц. Арбузов М. А.)	101
5	Дашенко О. А. (МТ2016) «Обґрунтування конструкції вестибюлю станції мілкового закладення Київського метрополітену в якості укриття» (кер. проф. Тютюкін О. Л.)	102
6	Джуган Ю. В. (УВ2411) «Критична інфраструктура в умовах гібридних загроз: виклики та стратегічні рішення для підвищення стійкості» (кер. викл. Юрченко С. М.)	103
7	Дяченко К. С. (УВ2411) «Технології та цифрова стійкість: роль ІТ-рішень, застосування БпАК та НРТК у захисті транспортної інфраструктури» (кер. викл. Юрченко С. М.)	104
8	Зайко П. О. (ТІ2426) «Техніко-економічне обґрунтування та вибір оптимальних конструкцій переїздів на суміщеній колії (1520/1435 мм)» (кер. проф. Курган М. Б.)	105
9	Іванов Р. В. (АС0022) «Техніко-економічне обґрунтування та вибір оптимальних конструкцій переїздів на суміщеній колії (1520/1435 мм)» (кер. проф. Курган М. Б.)	107
10	Ільницький І. М. (АС0023) «Використання в розрахунках дослідних даних занурення паль зі спіральною лопаттю (геошурупів)» (кер. доц. Дубінчик О. І.)	108
11	Капінус І. О. (ПМ2412) «Критична інфраструктура в умовах гібридних загроз: виклики та стратегічні рішення для підвищення стійкості» (кер. викл. Юрченко С. М.)	109
12	Кільдєєв В. Р. (АС0022) «Порівняння методів підсилення схилів та укосів інженерними спорудами» (кер. проф. Тютюкін О. Л.)	110
13	Костюречко С. В. (АС0023) «Безстикова колія на світовій мережі залізничної колії» (кер. доц. Арбузов М. А.)	111
14	Кузнецов Я. О. (ТІ2421) «Проблеми та перспективи вибору типу перетину автомобільних доріг із залізничними коліями в Україні» (кер.	112

	ст. викл. Лужицький О. Ф.)	
15	Купрік І. Б. (АС0024) «Мікротунелювання – сучасний стан і можливості застосування в місті Дніпро» (кер. доц. Купрій В. П.)	113
16	Кушнір С.О. (КГ2213) «Організація будівництва ділянки залізниці з обґрунтуванням способу виконання земляних робіт» (кер. доц. Байдак С. Ю.)	114
17	Лікаренко А. Ю. (КГ2312) «Взаємозв'язок параметрів колії та процесів зносу рейок» (кер. проф. Курган Д. М.)	115
18	Лікаренко Д. Ю. (КГ2426) «Підвищення швидкості руху поїздів на роздільних пунктах» (кер. доц. Байдак С. Ю.)	116
19	Мазуренко М. В. (АС0024) «Задача визначення напружено-деформованого стану стрічкового фундаменту на слабкій основі, що підсилена блоками з ґрунтоцементу» (кер. доц. Дубінчик О. І.)	117
20	Масний А. А. (УВ2411) «Безпека та стійкість логістичних і транспортних систем в умовах воєнних загроз: економічні виклики, міжгалузеві рішення, людський фактор та міжнародна підтримка» (кер. викл. Юрченко С. М.)	118
21	Місюра А. А. (АС0024) «Обґрунтування конструкції шахтного стволу метрополітену при варіації параметрів буросічних паль та поясів» (кер. доц. Мірошник В. А.).	119
22	Міщенко О. О. (МТ22160) «Аналіз концепції подвійного призначення підземних споруд на прикладі пілонної станції метрополітену» (кер. проф. Тютюкін О. Л.)	120
23	Моїсєєв О. В. (КГ2421) «Температурна робота безстикової колії в стиковій зоні» (кер. доц. Арбузов М. А.)	121
24	Некlesa А. А. (КГ2426) «Інноваційні підходи до реконструкції залізниці для підвищення руху поїздів» (кер. ст. викл. Хмелевська Н. П.)	122
25	Павлов В. С. (КГ2213) «Обґрунтування параметрів кривих для підвищення швидкості руху поїздів» (кер. ас. Лапшева Н. М.)	123
26	Перепелиця К. М. (АС0023) «Інженерний аналіз та оцінка ефективності коробчастої прогонової будови для наплавних (понтонних) систем мостів» (кер. доц. Ключник С. В.)	124
27	Перчук Д. П. (ТІ2421) «Удосконалення параметрів проектування автомобільної дороги з метою підвищення безпеки руху» (кер. ас. Лапшева Н. М.)	125
28	Романчук М. П. (ПМ2112) «Транспортна система робота БпАК для забезпечення безпеки транспортної системи» (кер. викл. Юрченко С. М.)	126
29	Сапеску А. Є., Федорова Є. А. (КГ2212) «Обґрунтування маси вантажних поїздів для підвищення провізної спроможності» (кер. ст. викл. Хмелевська Н. П.)	128
30	Смольков Б. Р. (МТ2412) «Вразливість критичної інфраструктури України до гібридних загроз: виклики війни після воєнного періоду. захист критичної інфраструктури та протидія дронам у сучасних воєнних конфліктах» (кер. викл. Юрченко С. М.)	129
31	Тіщенко Д. О. (УВ2411) «Критична інфраструктура в умовах гібридних загроз: виклики та стратегічні ризики для підвищення стійкості. комплексна система протидії безпілотним літальним апаратам на сучасному полі бою» (кер. викл. Юрченко С. М.)	131
32	Ткачик П. В. (КГ2111) «Проект реконструкції колії в кривій ділянці» (кер. доц. Арбузов М. А.)	132

33	Любчук В.В. (аспірант) «Аналіз досліджень вплив типу джерел світлового середовища на працездатність працівники» (кер. проф. Налисько М.М.)	133
34	Махінько А.О. (аспірант) «Класифікація форм впливу внутрішніх аварійних вибухів на будівельні конструкції» (кер. проф. Налисько М.М.)	135
35	Мамаєнко С.О. (аспірант) «Огляд актуальних досліджень поширення витоку природного газу в приміщення будівлі» (кер. проф. Налисько М.М.)	137
	Підсекція «Будівельне виробництво та геодезія»	139
1	Зарожевська А.А. (ПБ2421) «Визначення ефективного інноваційного варіанту улаштування при реконструкції будівель та споруд під готель з апартаментами, вбудованими нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею за адресою: вул. В. Єрошенка, 22 у м. Львів» (кер. проф. Нетеса М.І.)	139
2	Істін А.С. (ПБ2421) «Монолітні та збірно-монолітні каркаси у висотному будівництві: сучасний стан та перспективи» (кер. проф. Радкевич А.В.)	140
3	Кіхтенко Д.С. (ПБ2421) «Конструктивні рішення сучасних магазинів “АТБ-маркет”» (кер. проф. Банніков Д.О.)	141
4	Кравченко В.Л. (ПБ2421) «Порівняльний аналіз покрівельних систем для будівель Карпатського регіону» (кер. проф. Радкевич А.В.)	143
5	Осадча О.Р. (ПБ2421) «Конструктивні інновації у формуванні сучасних рекреаційних центрів» (кер. проф. Банніков Д.О.)	144
6	Ревякін М.О. (ПБ2421) «Визначення раціонального типу каркасу багатоквартирного житлового комплексу з підземним паркінгом поєднанням технологічного аналізу та конструктивного обґрунтування (с. Софіївська Борщагівка, просп. Героїв Небесної сотні, 12/1–12/4)» (кер. проф. Нетеса М.І.)	147
7	Шустов А.О. (ПБ2421) «Визначення ефективного інноваційного варіанту влаштування покрівлі при будівництві багатоквартирного житлового будинку із вбудовано-прибудованими нежитловими приміщеннями та підземними паркінгами по вул. Келецькій в м. Вінниця (черга 1)» (кер. проф. Радкевич А.В.)	148
8	Щербінін А.В. (ПБ2421) «Вибір і застосування фасадних систем у висотному будівництві» (кер. проф. Радкевич А.В.)	149
9	Гололобов М.О. (ПБ2426) «Особливості сучасного підходу до розрахунку вибухово-ударних навантажень від засобів ураження в Україні» (кер. проф. Банніков Д.О.)	150
10	Клименко М.Д. (ПБ2426) «Каркасні будівлі в умовах Карпат: виклики та інноваційні рішення» (кер. проф. Нетеса М.І.)	152
11	Міщенко В.В. (ПБ2426) «Нове будівництво апартамент-готелю з підземним паркінгом за адресою: Івано-Франківська область, Надвірнянський район, с. Поляниця, Участок Вишні. Інноваційний варіант фасаду» (кер. проф. Нетеса М.І.)	153
12	Самойленко М.Ю. (ПБ2426) «Визначення ефективного інноваційного варіанту улаштування нульового циклу при реконструкції будівель та споруд під готель з апартаментами, вбудованими нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею за адресою: вул. В.Єрошенка, 22 у м. Львів» (кер. проф. Нетеса М.І.)	154

13	Стружко Н.О. (ПБ2426) «Визначення ефективного інноваційного варіанту улаштування покрівлі при реконструкції будівель та споруд під готель з апартаментами, вбудованими нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею за адресою: вул. В.Єрошенка, 22 у м. Львів» (кер. доц. Нетеса А.М.)	155
14	Шитікова Ю.І. (ПБ2426) «Визначення ефективного інноваційного варіанту улаштування фасаду при реконструкції будівель та споруд під готель з апартаментами, вбудованими нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею за адресою: вул. В.Єрошенка, 22 у м. Львів» (кер. проф. Нетеса М.І.)	156
15	Гапєєв С.М. (ПБ2426) «Нульовий цикл у складних умовах: порівняння технологій «знизу вгору» та «зверху вниз»» (кер. доц. Нетеса А.М.)	157
16	Некрасов Н.О. (ПБ2311) «Сучасний стан та перспективи розвитку будівельної техніки» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	158
17	Тросюк Р.В. (ПБ2212) «Улаштування захисних споруд типу УФС у сучасних умовах збройної агресії в Україні» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	159
18	Боднар Є.О. (ПБ2311) «Виробництво будівельних сумішей індустріальними методами» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	161
19	Гавриш К.М. (ПБ2311) «Індустріальні методи виготовлення бетонних та залізобетонних виробів і конструкцій» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	162
20	Данілов К.М. (ПБ2311) «Сучасні види машин для виробництва земляних робіт: призначення, області застосування, класифікація, індексація, загальна будова, основні параметри» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	163
21	Губський А.В. (ПБ2212) «Геодезія та цифрові технології: сучасні виклики та перспективи розвитку» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	164
22	Губський М.В. (ПБ2212) «Використання БПЛА в цивільному будівництві - нові горизонти ефективності» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	166
23	Таранов Б.Р. (ПБ2212) «Вплив ВІМ технологій та 3D-сканування на підвищення ефективності управління процесами проектування та будівництва» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	167
24	Климко С. С. (ПБ2212) «Аспекти автоматизації та цифровізації будівельної техніки в розвитку будівельної галузі» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	168
25	Пашинський М.О. (ПБ2212) «Улаштування захисних споруд цивільного захисту в сучасних умовах збройної агресії в Україні» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	169
26	Тележинський О.А. (ПБ2212) «Сучасна будівельна техніка як фактор підвищення продуктивності праці» (кер. доц. Нікіфорова Н.А.)	170
27	Ревякін М.О. (ПБ2421) «Вплив штучного інтелекту на трансформацію трудових ресурсів країни» (кер. доц. Косячевська С.М.)	171
28	Матощенко В.С. (ПБ2211) «Зелена відбудова України – зниження вуглецевого сліду в будівництві» (кер. доц. Косячевська С.М.)	172
29	Ткачов В.П. (ПБ2211) «Міжнародна і європейська система законодавства з питань сталого розвитку, екологізації і зниження вуглецевого сліду в будівництві» (кер. доц. Косячевська С.М.)	173
30	Кравченко В.С. (ПБ2211) «Сучасне застосування екобетонів у будівельній промисловості» (кер. доц. Косячевська С.М.)	174
31	Осадча О.Р. (ПБ2421) «Сталий розвиток виробничо-економічних систем» (кер. доц. Косячевська С.М.)	176
32	Міщенко В.В. (ПБ2426) «Енергоефективність сучасних	177

	багатоповерхівок: комплексний підхід і виклики в Україні» (кер. доц. Косячевська С.М.)	
33	Кисіль А.О. (ПБ2521) «Особливості формування трудомісткості операцій при монтажі каркасу будівлі в умовах обмеженості часових ресурсів» (кер. доц. Косячевська С.М.)	178
34	Зарожевська А.А. (ПБ2421) «Особливості організації потокового методу виробництва в умовах індустріалізації будівельного виробництва (кер. доц. Косячевська С.М.)	180
35	Синенко В.Ю. (УЛ2312) «Психосоціальна допомога на виробництві у будівельній сфері» (кер. доц. Косячевська С.М.)	182
36	Тур В.В. (АП2311) «Психосоціальні ризики в картах ризику на будівництві: теорія, практика та європейський досвід» (кер. доц. Косячевська С.М.)	183
37	Токарева А.І. (УА2311) «Виклики у сфері ментального здоров'я освітян в умовах збройної агресії росії проти України» (кер. доц. Косячевська С.М.)	184
38	Пашинський М.О. (ПБ2212) «Трансформація опорних пунктів підрозділів під впливом сучасних викликів і загроз» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	186
39	Губський М.В. (ПБ2212) «Застосування сучасного досвіду при фортифікаційному обладнанні територій» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	187
40	Гуденко Я.Ю. (ПБ2512) «Аналіз-порівняння фортифікаційних споруд, що влаштовуються в Україні та споруд країн-членів НАТО» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	188
41	Таранов Б.Р. (ПБ2212) «Актуальні проблеми маскування фортифікаційних споруд» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	189
42	Губський А.В. (ПБ2212) «Універсальність застосування швидкокомтованих споруд із хвилястої сталі» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	191
43	Жила Є.О. (ПБ2312) «Підготовка і утримання шляхів підвозу і евакуації до опорних пунктів підрозділів» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	193
44	Жигунов К.В. (ПБ2212) «Актуальні питання водовідведення на позиціях підрозділів» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	195
45	Чудеса А.О. (ПБ2512) «Застосування оптимальної конструкції траншей при влаштуванні опорних пунктів підрозділів» (кер. ст.викл. Москальов Г.Ю.)	196
46	Некlesa В.В. (МТ2219) «Дослідження ґрунтових умов при тимчасовому відновленні» (кер. доц. Гернич М.В.)	198
47	Салівон О.Ю. (МТ2219) «Доцільність спеціальної обробки дерев'яних конструкцій при тимчасовому відновленні мостів» (кер. доц. Гернич М.В.)	200
48	Волокита В.В. (ПБ2512) «Побудова цифрової моделі рельєфу за допомогою LIDAR» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	201
49	Гуденко Я.Ю. (ПБ2512) «Програмне забезпечення для обробки геодезичних даних» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	202
50	Гончар С.О. (АП2411) «Принцип роботи РТК-методу та його точність» (кер.ст. викл. Краснощок С.Л.)	203
51	Кіліч Деніз (ПБ2412) «Геоінформаційні системи у роботі геодезиста» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	204

52	Попов Д.С. (ПБ2412) «Вплив супутникових систем на точність вимірів» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	205
53	Просянюк А.Г. (ПБ2412) «Застосування GNSS у геодезичних вимірюваннях» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	206
54	Слободянюк Я.В. (ПБ2412) «Інтеграція дронів у геодезичну практику» (кер. ст.викл. Краснощок С.Л.)	207
55	Соколішин Є.О. (КГ2412) «Автоматизовані тахеометри в сучасному будівництві» (кер.ст.викл. Краснощок С.Л.)	208
56	Лікаренко А.Ю. (КГ 2312) «Заходи безпеки під час виконання відновлювальних робіт підрозділом у колійному господарстві в мирний час та особливий період» (кер. ст. викл. Гудімов В.В.)	209
57	Сембрат С.В. (УВ 2411) «Виконання підрозділом колійних робіт в мирний час та в особливий період» (кер. ст. викл. Гудімов В.В.)	210
58	Удовиченко Є.О. (ПЦБ-24-МН) «Визначення розподілу зусиль у вузлах сталевих конструкцій» (кер. доц. Давидов І.І.)	212
	Підсекція «Архітектурне проектування, землеустрій та будівельні матеріали»	214
1	Ревякін М. О. (ПБ2421) «Реновація та модернізація застарілих будівель в Україні – шлях до відродження міського простору» (кер. доц. Громова О. В.)	214
2	Зарожевська А. А. (ПБ2421) «Реновація торгово-офісного центру la fabrica у м. Дніпро» (кер. доц. Громова О. В.).	216
3	Осадча О. Р. (ПБ2421) «Відбудова ЖК «Ірпінські Липки»: конструктивні та архітектурні рішення, етапи реконструкції» (кер. доц. Громова О. В.).	218
4	Просянюк А. Г. (ПБ2412) «Прозора деревина» (кер. ас. Фомахіна В. В.).	219
5	Гончар С. О. (АП2411) «Розумне» скло як сучасний будівельний матеріал» (кер. ас. Фомахіна В. В.).	220
6	Титар М. Е. (КГ2411) «Деревно-цементно-волокнисті плити» (кер. ас. Фомахіна В. В.).	220
7	Стешенко Є. В. (АП2211) «Технологія «Біо Драй» в Україні» (кер. ас. Фомахіна В. В.).	221
8	Шепелева Д.С. (АП2311) «Енергоефективність в будівництві» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.)	223
9	Карпенко М. П. (ПМ2512) «Теорема Польке-Шварца» (кер. ст. викл. Попудняк Ю. Я.).	225
10	Міщенко В. Р., Черкашина М. І. (АП2211) «Архітектурні ордери античного світу в інтер'єрі ДПТ» (кер. ст. викл. Ярош О. М.).	226
11	Корж А. С., Курбатов Ю. Т. «Балково-стійкова система від епохи доісторичного часу до сучасності» (кер. ст. викл. Ярош О. М.).	226
	Підсекція «Містобудування, реновація будівель і споруд та ревіталізація міського середовища»	227
1	Давидова Є.О. (ЕКО-25мп), Чернозіпунніков Д.Л. (МБГ-24мп), «Цифровізація та управління рухом на автомобільних дорогах» (кер.: проф. Саньков П.М., доц. Ткач Н.О.)	227
2	Пасека М.О. (МБГз-24мп), Макаренко М.Є. (АРХ-23-2) «Оцінка якості планувальної організації територій у місті Дніпро з метою вирішення завдань сталого розвитку населених пунктів» (кер.: проф. Саньков П.М., доц. Ткач Н.О.)	228
3	Чернозіпунніков Д.Л. (МБГ-24мп), Макаренко М.Є. (АРХ-23-2), Давидова Є.О. (ЕКО-25мп) «Деталізований аналіз причин недоліків в організації	229

	транспортного руху в місті. Дніпро» (кер.: проф. Саньков П.М., керівник спортивного комплексу ННІ «ПДАБА» Макаренко Є.Є., доц Ткач Н.О.)	
4	Усенко М.О.(АРХ 24-4) «Зелена архітектура як шлях до стійкого майбутнього» (кер. ст. викл. Славінська Г.М.)	232
	Підсекція «Гідравліка та водопостачання»	234
1	Єрмаков Р.В., Ігнатено Н.А., Лопатін І.О. (ВВ2421) «Математичне моделювання у проблемі захисту навколишнього середовища» (кер. доц Козачина В.А.)	234
2	Ворніческо В.Г., Галіченко С.О., Дробот В.О. (ВВ2421) «Оцінка рівня забруднення навколишнього середовища при екстремальних ситуаціях» (кер. проф. Біляєв М.М.)	235
3	Луценко Т.Д., Маштак Ю.Р., Панченко В.М. (ВВ2421) «Комплексні математичні моделі в проблемах очистки води» (кер. ас. Козачина В.В.)	236
4	Попов М.В, Савченко Д.В., Янишівський М.В. (ВВ2421) «Проблеми раціонального використання водних ресурсів» (кер. доц. Машихіна П.Б.)	237
5	Козачина В.В. (аспірант), Матусевич М.О. (аспірант) «Математичні моделі якості води» (кер. проф. Біляєв М.М.)	238
6	Шапошник А.Р. (ВВ2211), Коломоєць А.В. (ТЗ2211) «Аналіз проблем водокористування котеджних селищ» (кер. ас. Міщенко Т.В.)	239
7	Цуркан В.В. (аспірант), Середін Б.В. (аспірант), Набієв Заур Шовгли Огли (аспірант) «Моделювання попиту водогосподарської діяльності на прикладі Криничанського району» (кер. доц. Машихіна П.Б.)	240
8	Вахрушев В.В., Лаврентьев М.Д., Степанчук Б.Д. (ВВ2211) «Математичні моделі для рішення сучасних задач гідрогазодинаміки» (кер. доц. Семененко П.В.).	241
	Підсекція «Енергоефективні системи забезпечення комфортного мікроклімату. Енергозбереження і поновлювальні джерела енергії.	242
1	Рибак М. О. (ТЕ01-24-2-М) «Розробка методики комп'ютерного аналізу теплових втрат у високотемпературних печах» (кер. проф. Біляєва В. В.)	242
2	Щербина С. А. (аспірант) «Моделювання розподілу температур у тепличних спорудах» (кер. проф. Біляєва В. В.)	243
3	Демченко Н. Ю. (ТЕ01-24-1-М) «Дослідження процесу прогріву ґрунту в зоні розміщення підземних трубопроводів» (кер. проф. Біляєва В. В., доц. Губін О. І.)	244

ЦИФРОВІ МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ

Студенко О.І., керівник доц. Очкасов О.Б.

Український державний університет науки і технологій

Енергетично ефективна та екологічно безпечна експлуатація тепловоза є можливою лише за умови стабільного дотримання технічного стану дизельного двигуна на рівні вихідних заводських параметрів. Втрата точності регулювань, знос основних вузлів та агрегатів, а також погіршення характеристик паливної апаратури призводять до зниження потужності, підвищеної витрати палива та збільшення викидів шкідливих речовин. Основні несправності, що виникають у процесі експлуатації дизеля, охоплюють широкий спектр проблем – від механічного зношення циліндро-поршневої групи і порушень у системі газорозподілу до відмов у системі паливopодачі. У таких умовах традиційні методи діагностування дизеля не здатні забезпечити необхідний рівень технічного контролю. Саме тому сучасний розвиток методів діагностування спрямований на створення інтелектуальних систем, здатних до безперервного моніторингу, своєчасного виявлення несправностей та прогнозування відмов ще до того, як вони набудуть критичного характеру.

Останні наукові дослідження підтверджують тенденцію до інтеграції класичних підходів аналізу робочих процесів із високотехнологічними алгоритмами цифрової обробки сигналів, машинного навчання та математичного моделювання. Поєднання класичних і сучасних підходів дозволяє створювати діагностичні комплекси нового покоління, які не лише враховують фундаментальні фізичні закономірності функціонування дизеля, а й використовують потужність штучного інтелекту для інтерпретації великих масивів даних. Подібні системи не обмежуються фіксацією відхилень від номінальних параметрів – вони здатні виявляти приховані відмови, прогнозувати розвиток несправностей й формувати рекомендації для оптимізації робочого процесу. Це дозволяє своєчасно планувати технічне обслуговування, та скоротити простої тепловоза, що має вирішальне значення для стабільності перевезень.

Особливої уваги заслуговує використання індикаторних діаграм як одного з найбільш інформативних джерел про робочий процес. Традиційно вони будуються шляхом безпосереднього вимірювання тиску в циліндрах, однак такий підхід є доволі застарілим і складним у реалізації під час експлуатації дизеля. Одним із перспективних напрямів сучасних досліджень є реконструкція кривих тиску без прямого вимірювання, що стає можливою завдяки застосуванню високороздільних енкодерів, встановлених на колінчастому валі. Енкодер фіксує мікроскопічні зміни кутової швидкості протягом кожного робочого циклу, а отримані сигнали обробляються методами цифрової фільтрації та спектрального аналізу. На основі цього масиву даних штучні нейронні мережі здійснюють реконструкцію кривих робочого процесу, які за точністю наближаються до прямих вимірювань. Такий підхід дає змогу виявляти приховані несправності, та своєчасно визначати їхній вплив на робочий процес.

Крім того, аналіз відновлених індикаторних діаграм у динаміці відкриває нові можливості для оцінювання технічного стану окремих вузлів дизеля. Він дозволяє відстежувати тенденції погіршення параметрів циліндро-поршневої групи, діагностувати нерівномірність подачі палива, виявляти дефекти у механізмі газорозподілу. Це значно розширює функціональні можливості діагностичних систем, роблячи їх не лише інструментом контролю, а й засобом довгострокового

прогнозування.

Загалом, інтеграція методів реконструкції кривих тиску, алгоритмів машинного навчання та математичного моделювання формує новий рівень розвитку інтелектуальних систем діагностування дизеля. Такі системи здатні ефективно працювати як у лабораторних умовах, так і безпосередньо під час експлуатації тепловоза. Вони забезпечують високу точність вимірювань, адаптивність до різних режимів роботи та здатність до прогнозування технічного стану на основі накопичених даних. У перспективі це відкриває шлях до створення цифрових двійників локомотивних дизелів — віртуальних моделей, які в режимі реального часу відображають робочі параметри, оптимізують режими функціонування та сприяють зниженню паливних витрат і шкідливих викидів. Перехід до таких рішень створює надійну основу для підвищення ефективності, екологічної безпеки та надійності залізничного транспорту в умовах зростання інтенсивності експлуатаційних навантажень.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ РЕОСТАТНИХ ВИПРОБУВАНЬ ЛОКОМОТИВІВ

Семчук Р. Б., керівник проф. Капіца М. І.

Український державний університет науки і технологій

Реостатні випробування тепловозів серій М-62 та 2ТЕ116 проводять на навантажувальному рідинному (водяному) реостаті типу А455. Він дозволяє тяговому генератору тепловоза працювати в будь якій точці зовнішньої характеристики. Найбільша напруга реостата 1000 В, тривалий струм 4500 А, максимальний струм 6500 А, при напрузі 200 В. Випробування дають можливість вимірювання необхідних параметрів для налаштування дизеля і електричної схеми.

У результаті проведення наукових досліджень нами виявлено недоліки, що присутні при проведенні випробувань тепловозів М-62 та 2ТЕ116 після ремонту в пунктах реостатних випробувань у вигляді значних енергозатрат на їх виконання, необхідність затрат висококваліфікованої праці, непродуктивних витрат енергії, що виділяється у вигляді тепла, відсутність можливості контролю вихідної ланки передачі потужності колісно-моторних блоків.

З огляду на складність перевірки вузлів паливної апаратури та регулювання параметрів дизель-генераторної установки, запропоновано врахувати досвід провідних локомотивних депо. Зокрема, рекомендовано впровадження автоматизованого комплексу реостатних випробувань на базі мікропроцесорної обчислювальної системи «Кипарис-5».

З огляду на складність перевірки вузлів паливної апаратури та регулювання параметрів дизель-генераторної установки, запропоновано врахувати досвід провідних локомотивних депо. Зокрема, рекомендовано впровадження автоматизованого комплексу реостатних випробувань на базі мікропроцесорної обчислювальної системи «Кипарис-5».

Автори роботи також пропонують реалізувати метод прямого вимірювання витрати палива за вихідною потужністю енергетичної установки. Такий підхід дозволяє враховувати витрати на допоміжні потреби та оцінювати економічність тепловоза безпосередньо за тяговою потужністю.

Очікувана техніко-економічна ефективність впровадження:

- мінімізація ризику аварійних ситуацій під час випробувань;
- підвищення якості технічного обслуговування силових установок завдяки своєчасному моніторингу;

- покращення економічності роботи дизеля через точне регулювання паливної апаратури та газорозподільного механізму;
- збільшення міжремонтних інтервалів;
- зниження витрат на технічне обслуговування;
- забезпечення рівномірного навантаження між циліндрами;
- покращення тягових характеристик локомотивів в експлуатації завдяки оптимізованому налаштуванню дизеля. скорочення витрат на технічне обслуговування локомотивів;
- забезпечення рівномірного розподілу навантаження між циліндрами.

Список використаної літератури

1. Бондаренко В.І. Технічна експлуатація локомотивів: навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2020. – 312 с.
2. Григор'єв О.М., Ковальчук С.В. Реостатні випробування тепловозів: методика та аналіз результатів. // Збірник наукових праць Державного університету інфраструктури та технологій. – 2022. – №1(45). – с. 56–63.
3. ДСТУ 2860-94. Безпека руху на залізничному транспорті. Загальні вимоги. – Київ: Держстандарт України, 1994.
4. Інструкція з реостатних випробувань локомотивів після ремонту. – Укрзалізниця, 2019. – 48 с.
5. Кипарис-5: автоматизований комплекс діагностики. Технічна документація та сертифікат відповідності. – Київ: НВП «Техносервіс», 2021.
6. Сидоренко П.М. Діагностика дизельних двигунів тепловозів: сучасні методи та засоби. – Львів: ЛНТУ, 2023. – 224 с.
7. Шевченко І.В. Енергозбереження в системах технічного обслуговування локомотивів. // Вісник транспортної науки України. – 2021. – №3(67). – с. 34–41.

MODELING THE OPERATION OF LOCOMOTIVE SUSPENSION ELEMENTS USING SIMSCAPE MULTIBODY

Панченко О. В., керівник доц. Бобирь Д. В.

Український державний університет науки і технологій

The locomotive suspension provides an elastic interface between the locomotive body, bogies, and wheelsets, performing several critical functions: it carries the static and dynamic loads from the carbody mass, absorbs impacts and oscillations generated during motion, and reduces the level of vibrations transmitted to the body and on-board equipment.

Its elastic components – coil springs, rubber-metal elements, hydraulic or combined dampers – operate under demanding service conditions. They are subjected to alternating dynamic loads caused by the interaction of wheelsets with track irregularities, carbody vibrations, and occasional wheel slip. Additional challenges include temperature fluctuations, wear of rubber and metal parts, and long-term changes in material stiffness. These factors can lead to uneven stress distribution, local overloads, accelerated aging, and loss of elastic properties.

Such operating conditions present designers with a number of engineering tasks: optimizing the stiffness and damping characteristics of the suspension, reducing the mass of unsprung parts of the running gear, simplifying the design, and ensuring ease of maintenance and repair. To address these issues, engineers employ various mathematical models of technical systems – invariant, algorithmic, analytical, and graphical. However, during modeling it is often necessary to solve high-order differential equations whose direct solution is not always feasible, requiring simplification by eliminating secondary parameters.

To improve the accuracy of modeling locomotive suspension elements, the Simscape

Multibody environment is highly effective. This tool enables the analysis of relative motion of mechanical components using a block-diagram modeling approach in which the relevant differential equations are already embedded. Simscape Multibody is specifically designed for engineering design and three-dimensional spatial mechanism simulation, allowing both translational and rotational motions of rigid bodies to be reproduced. The SimMechanics package included in this environment provides tools to describe mass-geometric properties of rigid bodies, possible motion paths, kinematic constraints, coordinate systems, external excitation sources, and motion measurement instruments.

Unlike the classical Simulink approach, model development in Simscape Multibody follows the concept of physical multi-domain modeling: the model represents not merely a set of algebraic and differential equations expressed graphically, but the actual spatial structure of the mechanism and the kinematic relationships between its components. The links between the main components – rigid bodies and kinematic pairs – have an energetic vector nature, incorporating linear and angular velocities, forces, moments, and displacements. Modules acting as actuators and sensors can be connected to these elements, allowing external actions to be applied to the mechanical system or providing interfaces with control and information systems, which can themselves be modeled using Simulink.

In addition, the ability to simulate transient processes, such as sudden track irregularities, sharp braking, or changes in train load, provides a valuable tool for evaluating how the suspension responds to extreme or non-stationary conditions. Such analysis makes it possible to predict potential failure modes, identify the limits of safe operation, and refine maintenance intervals. By visualizing stress distribution and displacement in three dimensions, engineers can also validate design modifications before costly prototyping or field testing.

Furthermore, integrating Simscape Multibody models with real operational data from railway monitoring systems enhances the reliability of predictive maintenance strategies. When combined with on-board sensor data – such as accelerometers and strain gauges – these simulations can be used to continuously assess the health of suspension components and anticipate wear-related problems.

MODERNIZATION AND STRENGTH OPTIMIZATION OF LOCOMOTIVE BRAKE LEVER TRANSMISSION USING CAE SIMULATION TOOLS

Саєнко Б. О., керівник доц. Бобирь Д. В.

Український державний університет науки і технологій

The locomotive braking system is a key element in ensuring train-running safety and enabling higher operating speeds. Within this system, the brake lever transmission (BLT) performs the critical function of transferring force from the brake cylinders or the manual brake actuator to the brake shoes, providing a multiple increase of the shoe force compared with the piston force in the cylinder. Analysis of unplanned maintenance statistics at a locomotive depot showed that BLT failures account for 11–15 % of all mechanical defects of locomotives, leading to significant downtime and productivity losses. This highlights the need for structural improvement of the unit.

The purpose of the study is to increase the reliability and reduce the mass of the brake lever transmission through modernization. To achieve this goal, a statistical analysis of failures was carried out to justify the need for modernization; the forces acting on the BLT components during braking were calculated; static and dynamic strength analyses were performed in the SolidWorks Simulation environment; and several design variants of modernization were developed and verified.

Based on operational data, the frequency and nature of BLT failures were determined. The forces acting on the levers during braking were calculated and a kinematic scheme was

created. Three-dimensional modeling and CAE analysis were performed in SolidWorks. Static calculations were carried out taking into account the maximum brake cylinder pressure of 0,4–0,6 MPa; dynamic analysis was used to verify the behaviour of the assembly under non-stationary loading conditions.

All BLT components demonstrated an adequate safety margin: the maximum stresses did not exceed the yield strength of steel 40 (275 MPa) even at the critical pressure of 0,6 MPa. The dynamic calculation showed lower stress values compared to the static one, therefore the strength assessment was performed on the basis of the static analysis results.

Two modernization options were proposed. The first provides structural cut-outs and stiffening ribs in the equalizer, suspension links, tie bar and cross member, which reduced the weight of the unit by 89 kg while maintaining a safety factor of at least 1,1. The second option involves reducing the thickness of individual parts without complex cut-outs, simplifying manufacturing and reducing the weight by 72.54 kg while maintaining the required safety margin.

Additional analysis revealed that the most critical zones in terms of stress are the areas of force concentration at the attachment points of the equalizers and suspension links. Here peak stresses of 230–250 MPa were recorded, which, although not exceeding the permissible values for steel 40, require regular monitoring in operation. During visual and instrumental inspections it is recommended to introduce periodic ultrasonic defectoscopy to detect the initiation of cracks in time.

To confirm the reliability of the structure under real operating conditions, fatigue strength calculations were performed. The results showed that both modernization options provide an adequate fatigue life for the typical spectrum of braking loads, corresponding to at least 10^7 braking cycles. This allows safe operation of the brake lever transmission without major overhaul throughout the entire locomotive overhaul interval.

The influence of weight reduction on the dynamic characteristics of the locomotive bogie was also evaluated. Reducing the unsprung mass by 70–90 kg has a positive effect on wheel–rail interaction, decreases the amplitude of bogie oscillations and promotes a more uniform distribution of contact forces. This not only improves ride comfort but also reduces the wear rate of the track and axlebox assemblies.

From the technological standpoint, the second modernization option – merely reducing the thickness of selected parts without complex geometric cut-outs – proved to be more attractive. It does not require changes in existing production processes, including welding fixtures and machining operations, which significantly reduces the cost of implementation. At the same time, the first option, which provides a greater reduction in weight, may be recommended for future locomotive designs where the necessary technological solutions can be incorporated from the outset.

The comprehensive research confirmed the effectiveness of using modern CAE tools, in particular SolidWorks Simulation, to optimize the weight-to-strength characteristics of critical railway rolling-stock components. The results demonstrate that a well-balanced combination of engineering calculations and numerical modeling makes it possible not only to increase the reliability of the locomotive braking system but also to optimize maintenance costs, ultimately improving the overall efficiency of railway operations.

The brake lever transmission is therefore a critical assembly whose failures significantly affect locomotive safety and operational readiness, and its modernization is fully justified. Both modernization options provide the required strength and reliability. From a manufacturing point of view, the second option is more technologically feasible because it does not require additional geometric elements, although the first provides a greater reduction in mass. Reducing the mass of the BLT improves the dynamic behaviour of the locomotive bogie and enhances its reliability, positively influencing the safety and efficiency of railway

transportation. The results of the study can be applied both to the design of new brake systems for electric locomotives and to the modernization of existing ones, as well as in the preparation of recommendations for locomotive depots to improve the operational reliability of rolling stock.

IMPROVING THE RELIABILITY OF THE LOCOMOTIVE COMPRESSOR PNEUMATIC MAINLINE

Невгоденко С. М., керівник доц. Бобирь Д. В.

Український державний університет науки і технологій

A comprehensive analysis of equipment failures of electric locomotives operated by the regional branch “Odesa Railway” was carried out. Statistical data showed that the main causes of unscheduled repairs are failures of electrical equipment (39–41 %), traction motors (26–27 %), and pneumatic equipment (18 %). Among the failures of pneumatic systems, the largest share (over 65 %) is due to damage to the high-pressure section of the compressor air mainline, which leads to reduced reliability of the locomotive’s braking and auxiliary systems and to an increased number of unplanned repairs.

A detailed investigation revealed that the pipelines of the high-pressure section are subjected to vibrations, thermal deformations, and high internal pressure. The primary source of oscillations is the pulsating gas flow, which causes periodic alternating changes in velocity and pressure, inducing mechanical vibrations in the pipelines and increasing internal stresses. Of particular concern is the occurrence of acoustic resonance and standing waves, which can significantly increase dynamic loads on the pipe walls and lead to premature wear of the equipment. In addition, the reliability of the pipelines is reduced by thermal elongation: with a temperature change of 100 °C, the pipeline length increases by approximately 1,2 mm per meter, which – if not compensated – creates significant thermal stresses.

To improve the reliability of the high-pressure section of the compressor mainline, a set of engineering measures has been proposed. It is recommended to install a lyre-shaped compensator instead of the existing U-shaped one, which does not provide sufficient flexibility due to frequent bends of its profile. Based on the calculation of the permissible pipeline span (for a diameter of 60 mm and a wall thickness of 5 mm), it was determined that the length of the new compensator 122,8 cm does not exceed the calculated permissible span of 135 cm and ensures the required flexibility for self-compensation of thermal deformations.

In addition, the study of the dynamics of pulsating flows made it possible to determine the amplitude of the reactive forces acting on the bends of the pipeline during compressor operation. Calculations showed that at sharp bend angles, the maximum amplitude of the reactive force can reach 690 N, which must be taken into account in the design during installation and operation. The proposed solution to modify the compensator configuration helps reduce local stresses, avoid resonant phenomena, and lower the risk of crack formation at sharp bends.

Further studies demonstrated that acoustic oscillations in the high-pressure section of the mainline are generated not only by the operating cycles of the compressor, but also by wave reflections in complex sections of the route. Numerical modeling of the pressure distribution revealed zones with increased levels of standing waves, coinciding with known pipeline failure locations. Taking these effects into account makes it possible to adjust the geometry of the mainline in order to reduce the amplitude of oscillations and minimize resonant phenomena.

Finite element analysis of the stress–strain state of the pipelines confirmed that the installation of a lyre-shaped compensator reduces the maximum equivalent stresses by approximately 20–25 % compared with the existing configuration. At the same time, residual

stresses are distributed more evenly, which significantly decreases the likelihood of fatigue crack formation and ensures a longer fault-free service life of the system.

Fatigue life assessment of the pipelines according to the Goodman and Smith criteria showed that the modernized mainline has a safety margin of at least 1,5 times under a typical spectrum of cyclic loads. This result indicates the possibility of increasing the interval between overhauls without raising the risk of failure.

From the standpoint of operational reliability, the behavior of the compensator under the influence of temperature gradients is also important. Experimental data confirmed that the lyre-shaped form provides better accommodation of axial elongations and does not lead to stress concentration at the attachment points, unlike the U-shaped counterpart. This validates the correctness of the selected design solution and prevents additional thermal deformations.

The results of this work demonstrate the effectiveness of combining statistical failure analysis, experimental research, and modern engineering modeling methods. Such an approach provides a comprehensive assessment of the reliability of electric locomotive pneumatic systems and makes it possible to develop well-founded engineering solutions to increase their service life and ensure safe operation under the demanding conditions of railway transportation.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИН СЕРЕДНІХ РАДІУСІВ ТЕРТЯ ДИСКОВИХ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ

Самілик Д.О., керівник доц. Бобирь Д.В.

Український державний університет науки і технологій

Надійність та безпека функціонування механізмів значною мірою детермінована ефективністю гальмівних пристроїв, що визначає їх як критично важливий елемент. Необхідність удосконалення гальмівних систем продиктована сучасними умовами експлуатації, зокрема, нарощуванням виробничих потужностей, збільшенням рухомих мас, підвищенням швидкостей переміщення та зростанням частоти циклів гальмування.

Особливістю роботи гальмівних систем полягає у необхідності протягом короткого проміжку перетворити, механічну енергію у теплову.

Для визначення гальмівного моменту дискового гальма у проектних розрахунках використовується формула:

$$M_z = m f N R_{cp}, \quad (1)$$

де N – осьове зусилля; R_{cp} – радіус дії сили тертя, еквівалентній усім елементарним силам тертя на площині контакту фрикційної пари; m – число пар поверхонь тертя.

Середній радіус тертя R_{cp} , визначається шляхом інтегрування елементарного моменту тертя, що діє на кільцевій поверхні шириною $d\rho$ розташованій на відстані ρ від осі обертання під дією тиску p на цій площині

$$M_z = 2\pi f p \int_r^R \rho d\rho = \frac{2}{3} \pi f p (R^3 - r^3). \quad (2)$$

Загальна осьова сила

$$N = 2\pi p \int_r^R \rho d\rho = \pi p (R^2 - r^2). \quad (3)$$

В результаті взаємної підстановки виразів отримано:

$$R_{cp} = \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{m(R^2 - r^2)}. \quad (4)$$

Враховуючи, що основним призначенням гальмівного механізму є дисипація механічної енергії у теплову, а дискові гальма характеризуються обмеженим тепловідведенням з поверхні тертя, розрахунок величини R_{cp} , логічно базувати на аналізі умов функціонування сил тертя.

Метою дослідження є визначення середнього радіуса сил тертя для фрикційних накладок різних геометричних форм на основі аналізу роботи, що виконується цими силами.

Визначимо величину розрахункового середнього радіуса тертя для наступної конфігурації фрикційних накладок: кільцевий сектор, прямокутний сектор, круга вставка та овальна вставка.

Кільцевий сектор. За умови, що центральний кут сектора φ , довжина елементарного кільця товщиною dr становитиме $r\varphi$, а його площа $r\varphi dr$. Відповідно, робота сил тертя, що діють на дане елементарне кільце за один повний оберт

$$dA = 2\pi\varphi f p r^2 dr, \quad (5)$$

де p – питомий тиск; n – кількість секторів; f – коефіцієнт тертя.

Виходячи з функціонального призначення гальмівного механізму, приймаємо, що робота сил тертя відносно R_{cp} є сталою величиною.

Інтеграл виразу (7) в межах $R - R_{cp}$ і $R_{cp} - r$

$$\begin{aligned} A_z &= \pi\varphi f p (R^3 - R_{cp}^3); \\ A_g &= \pi\varphi f p (R_{cp}^3 - r^3). \end{aligned} \quad (6)$$

З умови рівності роботи сил тертя вище R_{cp} і нижче A_g , отримаємо

$$R_{cp} = \sqrt[3]{\frac{1}{2}(R^3 + r^3)}. \quad (7)$$

Аналіз результатів розрахунків дає підставу для наступного висновку: враховуючи основну функцію гальмівних систем – перетворення механічної енергії у теплову, визначення середнього радіуса тертя має ґрунтуватися на рівності робіт сил тертя відносно R_{cp} ; розрахунок величини R_{cp} для різних конфігурацій фрикційних накладок здійснюється за індивідуальними аналітичними залежностями; величини R_{cp} отриманих різними методиками визначення дають подібні результати при $R \geq 110$ мм, але для менших значень R виникають відмінності.

ВПЛИВ ТЕРТЯ ГРЕБНЯ НА ПИТОМИЙ ОПІР У КРИВІЙ ДІЛЯНЦІ КОЛІЇ
Самілик Д.О., керівник проф. Капіца М.І.
Український державний університет науки і технологій

Однією з важливих проблем залізничного транспорту є опір руху рухомого складу, зокрема опір руху при взаємодії колісних пар з колією. У літературі з теорії локомотивної тяги та Правилах тягових розрахунків загальний питомий опір від кривизни колії визначається за емпіричною формулою

$$\omega_r = \frac{700}{R}, \quad (1)$$

де R – радіус кривої, м.

Якщо кривизна шляху задана довжиною кривої $S_{кр}$ і центральним кутом α , рад, то з попередньої формули

$$\omega_r = \frac{700\alpha}{S_{кр}}. \quad (2)$$

Зрозуміло, що ця формула включає опори від: кочення коліс по рейці, ковзання бандажа і тертя гребня. Розділити ці опори на складові експериментально практично неможливо.

Якщо складова на ковзання виділяється просто, то на тертя кочення більш-менш прийнятної аналітичної залежності не існувало.

Метою дослідження є знаходження опору, що припадає на тертя гребня в кривій ділянці шляху.

Розглянемо питомий опір від кочення коліс по рейці. Коефіцієнт тертя кочення при коченні колеса по рейці можна розрахувати за формулою

$$\kappa = 0,16 \cdot b \cdot e^{0,2R_k}, \quad (3)$$

де b – напівширина зони контакту; R_k – радіус колеса в метрах.

Напівширина зони контакту при схемі дотику циліндра з взаємно перпендикулярними осями

$$b = \frac{1,379}{2} \cdot n_b \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{E} \cdot \frac{R_k \cdot R_p}{R_k + R_p}}, \quad (4)$$

де n_b – коефіцієнт, що залежить від співвідношення коефіцієнтів рівняння еліпса дотику $\frac{A}{B} = \frac{R_k}{R_p}$; E – модуль пружності матеріалу колеса і рейки; тут прийнято, що коефіцієнти Пуассона матеріалів дорівнюють 0,3.

Знайдемо роботу сил опору коченню по внутрішній і зовнішній рейках при центральному куті кривої α

$$\begin{cases} A_{вк} = \frac{L_в \cdot P \cdot k}{R_k} = \frac{2\pi \cdot R_г \cdot \alpha \cdot P \cdot k}{R_k}; \\ A_{зк} = \frac{L_з \cdot P \cdot k}{R_k} = \frac{2\pi \cdot (R_г + B) \cdot \alpha \cdot P \cdot k}{R_k}, \end{cases} \quad (5)$$

де B – ширина колії.

Сумарна робота складе

$$A_k = \frac{2\pi \cdot P \cdot k \cdot \alpha \cdot (2R_г + B)}{R_k}. \quad (6)$$

Цій роботі відповідатиме питомий опір

$$\omega_k = \frac{k}{R_k}. \quad (7)$$

Питомий опір ковзанню. Різниця в довжині шляху, пройденого зовнішнім $L_з = 2 \cdot \pi \cdot (R_г + B) \cdot \alpha$ і внутрішнім $L_в = 2 \cdot \pi \cdot R_г \cdot \alpha$ колесами (шлях ковзання) складе

$$L_c = 2 \cdot \pi \cdot B \cdot \alpha. \quad (8)$$

Робота сили тертя ковзання

$$A_c = 2\pi \cdot B \cdot f \cdot \alpha \cdot P \quad (9)$$

де f – коефіцієнт тертя ковзання колеса по рейці.

Величина питомого опору ковзанню

$$\omega_c = \frac{A_c}{P \cdot L_c} = f.$$

Якщо врахувати, що коефіцієнт тертя ковзання сталі по сталі при відсутності мастила $f = 0,14 \dots 0,16$, то $\omega_c = 0,14 \dots 0,16$.

Таким чином, наприклад, при $R_g = 200$ м питомий опір від кривизни шляху, що припадає на тертя гребня, складе

$$\omega_p = \frac{700}{R_u} - \omega_k - \omega_c = \frac{700}{200} - \frac{k}{R_k} - f = 3,34.$$

Отже, величина питомого опору в кривій шляху, що припадає на тертя гребня, складе близько 95% від загальної величини.

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОТИ НА НАГРІВ БУКСОВИХ ПІДШИПНИКІВ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Данилко Д.В., керівник доц. Кислий Д.М.

Український державний університет науки і технологій

Одним з найбільш відповідальних вузлів, які визначають надійність і безпеку експлуатації машин і механізмів, є підшипники букс. Неправильно розрахований температурний режим букс може призвести до їх надмірного нагрівання і виходу з ладу.

Величина ККД роликових і кулькових підшипників знайдена експериментально з точністю до третього знаку. Звичайно, при цьому враховані втрати на чисте кочення роликів (куль) за внутрішнім (вк) і зовнішньому (зк) кільцям, диференціальні втрати і втрати від ковзання в місці контактів. Розділити ці втрати на складові не вдалося, через відсутність аналітичних залежностей. Частина цих втрат, звісно, припадає на нагрів буксових підшипників. Їхню температуру під час експлуатації вимірюють за допомогою колійних пристроїв.

Виділимо із загального ККД підшипника втрати на чисте тертя кочення.

Для цього розглянемо роликовий підшипник букси з наступними параметрами: радіус ролика $r_p = 15$ мм; довжина ролика $B = 1,5dp = 45$ мм; радіус доріжки катання зовнішнього кільця, $R = r_0 + 3 \cdot r_p = 110$ мм де $r_0 = 65$ мм – посадковий радіус внутрішнього кільця; радіус доріжки ковзання внутрішнього кільця $r = r_0 + r_p = 80$ мм.

Знайдемо роботу сил тертя кочення при повороті на один оборот внутрішнього кільця

$$A_{вк} = 2F_{вк}\pi r, \quad (1)$$

де $F_{вк}$ – опір коченню ролика по біговій доріжці внутрішнього кільця.

Звісно, що по зовнішній біговій доріжці ролик пройде той самий шлях $2\pi r$ і робота сил тертя кочення

$$A_{зк} = 2F_{зк}\pi r. \quad (2)$$

Визначимо опір коченню $A_{вк}$ и $A_{зк}$. Для цього спочатку знайдемо напівширину зони контакту ролика з біговими доріжками внутрішнього і зовнішнього кілець, виходячи з теорії контактних деформацій Герца. При рівних модулях пружності

матеріалів кілець і роликів в E і коефіцієнті Пуассона, рівному 0,3

$$\epsilon_{\text{вк}} = 1,522 \sqrt{\frac{P}{B \cdot E} \cdot \frac{r \cdot r_p}{r + r_p}}, \quad (3)$$

де P – навантаження, що сприймається роликом.

При визначенні $\epsilon_{\text{зк}}$ в (3) перед r_p у знаменнику необхідно поставити знак «мінус».

При аналізі літератури визначено, що опір коченню всіх роликів або кульок підшипника може бути знайдений розподілом всього навантаження, що сприймається підшипником, на одну кульку або ролик.

Якщо навантаження на підшипник становить 43 кН, то $\epsilon_{\text{вк}} = 0,444$ мм, а $\epsilon_{\text{зк}} = 0,368$ мм.

При первинному лінійному контакті:

$$K = 0,225 \cdot \epsilon \cdot \exp(-1,2 \cdot r_p). \quad (4)$$

Після підстановки ϵ і r_p в (4) отримаємо: $K_{\text{вк}} = 0,098$ мм; $K_{\text{зк}} = 0,081$ мм.

Опір коченню ролика по бігових доріжках внутрішнього і зовнішнього кілець: $W_{\text{вк}} = 286$ Н; $W_{\text{зк}} = 236$ Н.

Робота, необхідна для подолання опору від чистого кочення: $A_{\text{вк}} = 144$ Нм; $A_{\text{зк}} = 119$ Нм.

Відзначимо, що при обертанні зовнішнього кільця за один його оборот, пройдений шлях складе $2\pi r$ та роботи $A_{\text{вк}} = 198$ Нм; $A_{\text{зк}} = 163$ Нм, що на 37% більше, ніж при обертанні внутрішнього кільця. З цієї причини конструювати підшипникові вузли з обертанням зовнішнього кільця не раціонально.

Таким чином, ККД роликового підшипника, що припадає на чисте кочення при обертанні внутрішнього і зовнішнього кілець, складе

$$\eta = \frac{1 - (W_{\text{вк}} + W_{\text{зк}})}{P} = 0,988.$$

Відзначимо, що довідкова величина роликового підшипника $\eta = 0,990$. Відповідно, частина ККД, що становить $0,990 - 0,988 = 0,002$ припадає на деформаційні складові та тертя ковзання в місці контакту та при обертанні внутрішнього кільця опір на ці складові становитиме $W_{\text{нз}} = (W_{\text{вк}} + W_{\text{зк}}) - 0,01 \cdot P = 84,5$ Н, а робота, що припадає на нагрівання підшипника за рахунок деформацій і тертя ковзання в місці контакту по середньому радіусу $A_{\text{нз}} = (r + r_p) \cdot W_{\text{нз}} = 8,03$ Нм.

Отже, наведені залежності дозволять більш точно розрахувати температурний режим букс рухомого складу.

МЕТОДИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ РИЗИКІВ У ЛОКОМОТИВНОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Жовніренко О.С., керівник доц. Очкасов О.Б.

Український державний університет науки і технологій

Забезпечення надійності та безпеки експлуатації локомотивного парку потребує впровадження сучасних підходів до управління ризиками, які дозволяють системно виявляти, оцінювати та мінімізувати небезпеки, пов'язані з технічним станом обладнання, людським фактором і організаційними помилками. Міжнародний стандарт

IEC/ISO 31010:2009 визначає універсальну методологію аналізу ризиків і надає перелік інструментів для кількісної та якісної оцінки, які можуть бути адаптовані для умов локомотивного господарства. Його застосування дозволяє перейти від реактивного управління відмовами до проактивної моделі утримання, орієнтованої на запобігання несправностям та оптимізацію ремонтних процесів.

У межах цього підходу найбільш ефективними для залізничного транспорту є методи FMEA, FTA, HAZOP та Delphi. Метод FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) використовується для систематичного виявлення можливих відмов у гальмівній системі, дизельному двигуні та тяговому електрообладнанні. Він дозволяє оцінити імовірність, наслідки та виявлення відмов, визначити коефіцієнт ризику (RPN) і встановити пріоритети технічних заходів. Метод FTA (Fault Tree Analysis) дає змогу побудувати причинно-наслідкові схеми розвитку аварійних подій, наприклад, при відмові дизеля під час руху через перегрів, зношення поршневої групи або помилки обслуговування. Метод HAZOP (Hazard and Operability Study) застосовується для структурованого пошуку відхилень у роботі систем (перевищення тиску, перегрів, відсутність мастила) і визначення потенційних наслідків. Метод Delphi, у свою чергу, базується на багатоетапному опитуванні експертів і є ефективним тоді, коли статистичних даних недостатньо або система перебуває на стадії модернізації.

Практична цінність стандарту IEC/ISO 31010 полягає у тому, що він дозволяє формалізувати процес аналізу небезпек, документувати кожен етап і забезпечити відтворюваність результатів. Це створює підґрунтя для прийняття управлінських рішень, спрямованих на зниження ризиків до прийнятного рівня відповідно до принципу ALARP (As Low As Reasonably Practicable). На основі побудованих матриць ризику формуються карти критичних елементів локомотива, що потребують підвищеної уваги, а також розробляються профілактичні заходи для уникнення небажаних подій.

Інтеграція стандарту IEC/ISO 31010 у систему технічного утримання локомотивів тісно пов'язана з розвитком засобів діагностування. Зокрема, індикаторні діаграми дизеля дозволяють оцінювати тиск у циліндрах, виявляти нерівномірність згоряння палива та прогнозувати деградацію вузлів. Аналіз динаміки цих параметрів разом із моніторингом температури буксових вузлів, стану колісних пар та електричних характеристик тягових двигунів дає змогу будувати комплексні моделі технічного стану. На основі цих даних формуються карти контролю в «електронному паспорті локомотива», що стає основою для переходу до обслуговування за фактичним технічним станом (CBM) і прогнозного обслуговування (PdM).

Впровадження ризик-орієнтованого підходу в практику локомотивного господарства дозволяє знизити кількість позапланових простоїв, скоротити тривалість ремонтів, підвищити готовність локомотивного парку та забезпечити прозорість прийняття технічних рішень. Поєднання методів IEC/ISO 31010 із сучасними цифровими технологіями моніторингу створює передумови для автоматизації процесу оцінки ризиків у реальному часі. У перспективі такі рішення можуть бути інтегровані в інформаційні системи управління технічним обслуговуванням, забезпечуючи створення єдиного ризик-орієнтованого контуру управління технічним станом локомотивів, що відповідає сучасним вимогам безпеки, ефективності та надійності залізничного транспорту.

**АКТУАЛЬНІСТЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНІЧНОГО
ДІАГНОСТУВАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ**

Пуларія Д.А. керівник доц. Рейдемейстер О.Г.

Український державний університет науки і технології

Збільшення обсягів перевезень вантажів на залізничному транспорті, з урахуванням проблемних питань, з якими наша країна затикається в наш час, вимагає випуску нового та забезпечення безаварійної роботи існуючого рухомого складу. У світлі цього одним з найважливіших питань є технічне діагностування рухомого складу з метою оцінки його реального технічного стану.

У процесі експлуатації рухомий склад зазнають несприятливих впливів навколишнього середовища, а також значних навантажень, що часто призводять до пошкоджень.

Корозійні пошкодження призводять до зменшення товщини балок рами та листів обшиви, що зменшує властивості міцності рами і кузова, а наднормативні навантаження призводять до появи тріщин у несучих елементах рами. Найчастіше ці види несприятливих впливів діють у комплексі.

Останнім часом все більша кількість рухомого складу залізниць отримує пошкодження у наслідок обстрілів збройними формуваннями російської федерації. Вибухи авіабомб, снарядів, ракет, дронів та дія іншого озброєння викликають пошкодження та руйнування рухомого складу залізниць не пов'язані з рухом по колії та взаємодією з іншим рухомим складом які раніше майже не зустрічалися.

Факторами, що викликають пошкодження рам, кузовів та інших елементів конструкції є:

- понаднормативний термічний вплив;
- концентровані ударні навантаження, в тому числі під дією уламків.

Основним завданням технічного діагностування є своєчасне виявлення цих пошкоджень і призначення відповідного виду ремонту, що дозволяє їх усунути, а при неможливості або недоцільності виконання ремонту їх списати.

Виконання робіт по технічному діагностуванню мають проводити спеціалізовані організації, акредитовані на право проведення цих робіт. Ці організації для виконання робіт по технічному діагностуванню зобов'язані мати:

- персонал, що складається з фахівців з профільною освітою, які мають діючі сертифікати по неруйнівному контролю та досвід роботи у даному напрямку,
- обладнання, для отримання необхідної інформації про стан об'єктів діагностування, що має діючі свідоцтва калібрування,
- комплекти нормативної документації, для оцінки можливості усунення виявлених пошкоджень,
- методики технічного діагностування, у яких максимально точно викладений процес проведення робіт для кожного типу, а бажано моделі рухомого складу.

Крім того у разі якщо роботи виконуються з метою продовження терміну служби цей перелік доповнюється:

- матеріалами про інтенсивність експлуатації з метою прогнозування його навантаженості надалі (це стосується і вузлів рухомого складу),
- результатами раніше проведених розрахунків та випробувань.

Основними цілями технічного діагностування є:

- об'єктивна перевірка відповідності характеристик кожної одиниці рухомого складу (або його складових) вимогам, що висуваються;

- зменшення часу відновлення працездатності за рахунок зниження питомої ваги часу на пошук і виявлення елемента, що відмовив;
 - підвищення ремонтпридатності за рахунок більш раціонального вибору структури об'єкта і, зокрема, шляхом оптимального розчленування його на елементи, що відновлюються (обслуговуються);
 - зниження загальних витрат на обслуговування, скорочення чисельності обслуговуючого персоналу з одночасним зниженням вимог до його кваліфікації.
- В даний час найбільш перспективним є застосування автоматичного контролю, який забезпечує вирішення таких складних завдань:
- перевірку правильності виконання вагоном (вузлом) своїх основних функцій; - своєчасне виявлення факту та місця відмови;
 - прийняття ефективних рішень щодо управління об'єктом у разі відмови (перемикання несправних елементів на резервні, включення пристроїв захисту, зміна режиму роботи тощо);
 - прогнозування виникнення можливих відмов та вибір необхідних заходів щодо їх запобігання.

ПІДВИЩЕННІ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ КОЛІСНИХ ПАР ВАНТАЖНИХ ВАГОНІВ

Шахов В.Б., керівник доц. Пуларія А.Л.

Український державний університет науки і технології

Одним із найвідповідальніших вузлів вантажного вагона є колісна пара, адже саме вона безпосередньо забезпечує його рух по колії, сприймає основні навантаження від маси вагона та передає їх на рейкову колію. Від технічного стану колісних пар залежить не лише надійність окремого вагона, а й безпека всього поїзда, адже будь-які пошкодження чи дефекти можуть стати причиною аварій або сходів з рейок.

Для залізничного транспорту України, який відіграє провідну роль у вантажних перевезеннях, колісні пари мають велике значення. Українські залізниці перевозять мільйони тон вантажів щороку — від сировини та палива до промислових і аграрних товарів. При цьому основне навантаження припадає саме на колісні пари, які працюють у складних умовах — при значних швидкостях, великих масах поїздів і високих динамічних навантаженнях. Їхня справність визначає стабільність експлуатації, економічність перевезень та довговічність усього рухомого складу.

Безпека руху є головним аспектом, що мають забезпечити колісні пари. Зношування гребенів коліс, викришування поверхні кочення, ослаблення посадки бандажів або тріщини осей можуть спричинити аварійні ситуації. Тому на українських залізницях діє система технічного контролю, що включає періодичні огляди, вимірювання профілю коліс, дефектоскопію. Регулярне технічне обслуговування та ремонт дозволяють своєчасно виявляти дефекти й запобігати їх розвитку.

Не менш важливим є економічний аспект. Якісні колісні пари знижують опір руху, забезпечують рівномірний знос рейок і коліс, тим самим подовжують строк служби вагонів і колійного полотна. Використання неякісних або зношених колісних пар призводить до підвищеного енергоспоживання, збільшення витрат на ремонт і можливих простоїв рухомого складу.

Останнім часом в Україні та світі в цілому активно впроваджуються сучасні технології виготовлення й ремонту колісних пар. Це зокрема, використання високоміцних легованих сталей, удосконалення термічної обробки, автоматизоване балансування коліс і застосування прецизійного контролю геометричних параметрів. Новітні методи діагностики дозволяють проводити моніторинг технічного стану

колісних пар у режимі реального часу, що підвищує надійність і скорочує витрати на ремонт.

Важливим напрямом розвитку є модернізація вагонного парку. Сучасні вантажні вагони обладнуються колісними парами з підвищеною міцністю та зменшеним опором коченню, що сприяє енергозбереженню й підвищенню ефективності перевезень. Крім того, впровадження нових технологій ремонту — таких як наплавлення зношених поверхонь, лазерне гартування чи використання композитних матеріалів — дає змогу відновлювати ресурси колісних пар без втрати їхньої надійності.

Отже, колісні пари вантажних вагонів є це не просто елементом конструкції, а один із головних чинників безпечної, стабільної й економічно ефективної роботи залізничного транспорту України. Від їхнього технічного стану залежить безпека руху, термін служби вагонів і витрати на перевезення. У сучасних умовах розвитку та модернізації залізниць особлива увага приділяється вдосконаленню конструкцій колісних пар, впровадженню інноваційних технологій контролю й ремонту. Це є запорукою підвищення конкурентоспроможності залізниць України, їх надійності та безпеки на світовому рівні.

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ МЕХАНІЗОВАНИХ ПУНКТІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Дудник А.В., керівник проф. Мямлін В.В.

Український державний університет науки і технології

Механізований пункт технічного обслуговування (МПТО) на сортувальній станції є одним із ключових елементів інфраструктури залізничного транспорту. Його основне призначення полягає у виконанні комплексу робіт, спрямованих на підтримання технічної справності рухомого складу, проведення діагностики, дрібних ремонтів, регулювань та випробувань систем вагонів. МПТО здійснюють технічне обслуговування вагонів (ТОВ-2) з відчепленням від потягів. Від ефективності роботи МПТО залежить безперебійність технологічного процесу сортувальної станції, швидкість обробки вагонів і безпека руху поїздів.

Однак, попри важливу роль у забезпеченні транспортного процесу, система обслуговування механізованих пунктів має низку недоліків, які суттєво впливають на їхню надійність і продуктивність.

Одним із головних недоліків є висока складність технічного обслуговування механізованого обладнання. У структурі МПТО зазвичай використовується велика кількість технічних систем — гідравлічні підйомники, компресори, автоматизовані стенди перевірки гальм, домкрати, контрольно-вимірювальні прилади тощо. Кожен із цих елементів потребує регулярного обслуговування, калібрування та контролю. Наявність різноманітного обладнання створює труднощі в організації ремонту, а відсутність уніфікованих запасних частин подовжує строки відновлення працездатності механізмів.

Другим суттєвим недоліком є значна вартість обслуговування та експлуатації. Для підтримання роботи МПТО потрібні великі енергетичні ресурси, дорогі витратні матеріали та інструменти. Крім того, сучасне діагностичне обладнання потребує регулярного оновлення програмного забезпечення й навчання персоналу. Через це загальні експлуатаційні витрати на утримання МПТО часто перевищують заплановані норми.

Низький рівень автоматизації обліку технічного обслуговування також негативно впливає на ефективність. На багатьох станціях ще зберігається ручна форма

ведення технічної документації, що ускладнює контроль за термінами проведення робіт, плануванням запасів і оцінкою стану обладнання. Відсутність єдиної електронної системи моніторингу знижує прозорість процесу обслуговування і збільшує ймовірність помилок.

Ще однією проблемою є кадровий дефіцит кваліфікованих фахівців. Технічне обслуговування сучасних механізованих систем вимагає глибоких знань у галузі автоматики, електромеханіки та комп'ютерних технологій. Через нестачу кваліфікованого персоналу обслуговування часто виконується формально або із затримками, що призводить до зниження надійності обладнання та підвищення ризику аварійних ситуацій.

Також варто відзначити недосконалість системи планово-попереджувального обслуговування (ППО). У багатьох випадках профілактичні роботи проводяться не за фактичним технічним станом обладнання, а за встановленими календарними інтервалами. Це призводить до нераціонального використання ресурсів: одне обладнання обслуговується надто часто без реальної потреби, інше — із запізненням, після виникнення несправностей.

Не менш важливою проблемою є недостатній рівень технічної діагностики. Відсутність сучасних засобів виявлення прихованих дефектів не дозволяє своєчасно прогнозувати відмови механізмів. Як наслідок, зростає частота позапланових ремонтів і простої обладнання, що негативно впливає на загальний ритм роботи сортувальної станції.

Таким чином, обслуговування механізованого пункту технічного обслуговування має низку технічних, організаційних та економічних недоліків, що знижують його ефективність. Для їх усунення необхідно вдосконалювати систему планово-попереджувального обслуговування, запроваджувати автоматизовані системи контролю технічного стану обладнання, забезпечувати своєчасне постачання запасних частин та матеріалів, а також підвищувати кваліфікацію технічного персоналу.

Слід зазначити, що трудомісткість обслуговування різних типів вагонів змінюється у великих межах, що при стаціонарному методі обслуговування, впливає на часі перебування вагонів на обслуговуванні. Тому дуже важливо переходити до гнучких методів обслуговування. Це пов'язано з будівництвом нових механізованих пунктів з іншим плануванням дільниць, які дадуть змогу здійснювати незалежне переміщення вагонів між ремонтними позиціями.

Комплексна модернізація системи обслуговування МПТО сприятиме підвищенню надійності роботи сортувальних станцій, скороченню простоїв вагонів і підвищенню загальної ефективності залізничного транспорту.

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТА РЕМОНТУ ПОГЛИНАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВАГОНІВ

Лялюк А.М., керівник доц. Пуларія А.Л.

Український державний університет науки і технології

Залізничний транспорт в Україні має стратегічне значення для економіки та національної безпеки, забезпечуючи основну частину вантажних і пасажирських перевезень. Він є ключовою ланкою у сполученні промислових регіонів, портів і міжнародних напрямків, особливо важливим у період воєнного стану. Залізниця виконує функції евакуації, доставки гуманітарних вантажів і військової логістики. Завдяки своїй надійності, енергоефективності та широкій мережі вона залишається опорою транспортної системи країни.

Важливим елементом безпечної та ефективної роботи рухомого складу є

поглинальний апарат вагона. Його головне призначення — поглинати енергію ударів та поштовхів, що виникають під час руху поїзда, маневрових робіт, зчеплення вагонів та гальмування. Завдяки цьому зменшуються динамічні навантаження на кузов, раму та інші конструктивні елементи вагона, що істотно продовжує їхній строк служби.

Конструкція поглинального апарата включає корпус, пружні та фрикційні елементи, які перетворюють кінетичну енергію удару у тепло за рахунок тертя або деформації. Найпоширенішими типами є пружинно-фрикційні апарати, які поєднують сталеві пружини та фрикційні клини. Також застосовуються еластомірні моделі, що мають покращені енергопоглинальні характеристики.

У процесі експлуатації поглинальні апарати працюють у надзвичайно складних умовах. Під час руху поїздів, особливо під час маневрових ударів при зчепленні вагонів, на них діють значні динамічні навантаження — як стискальні, так і ударні. Через це поступово відбувається знос і втома матеріалів окремих деталей. Найчастіше спостерігаються тріщини корпусу, зминання або заїдання фрикційних клинів, ослаблення або поломка пружин, знос опорних кілець, а також втрата пружних властивостей гумометалевих елементів. Крім механічних навантажень, на апарат впливають і зовнішні чинники — волога, пил, перепади температур, агресивні середовища, які сприяють корозії та руйнуванню поверхонь тертя.

Щоб забезпечити безперебійну роботу, поглинальні апарати проходять регулярні технічні огляди та ремонтні операції різного рівня складності — від поточного до капітального. На першому етапі виконується очищення апарата від забруднень, мастила й іржі, після чого проводиться дефектація, тобто перевірка всіх деталей на наявність пошкоджень, тріщин і деформацій. Особливу увагу приділяють перевірці еластичності та довжини пружин, стану фрикційних елементів, а також цілісності корпусу. Зношені або пошкоджені деталі підлягають заміщенню або відновленню — наприклад, фрикційні клини шліфуються, посадкові поверхні наплавляються, пружини змінюються на нові згідно з технічними вимогами.

Після складання апарат піддається випробуванню на стенді — перевіряється його робочий хід, величина сили стиснення та енергія, яку він здатен поглинути. Ці показники мають відповідати нормам: для більшості типів апаратів — не менше 110–130 кДж енергії поглинання при повному стисканні. Лише після успішного проходження випробувань поглинальний апарат може бути встановлений на вагон. Таким чином, якісно виконаний ремонт не лише відновлює працездатність апарата, але й забезпечує безпеку руху, зменшує ударні навантаження на конструкцію вагона та подовжує його термін експлуатації.

Сьогодні все ширше застосовуються інноваційні технології ремонту. Серед них — відновлення зношених поверхонь методом лазерного наплавлення, використання полімерних та композитних матеріалів, а також впровадження автоматизованих систем контролю технічного стану. Це дозволяє підвищити точність діагностики, зменшити трудомісткість обслуговування і подовжити строк служби апаратів.

Отже, сучасні поглинальні апарати виготовлені з інноваційних матеріалів з використанням нових технологій, значно підвищують рівень безпеки, знижують витрати на ремонт і продовжують термін служби вагонів, що робить їх важливою складовою розвитку залізничного транспорту України.

ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

ПІДСЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНИЙ СЕРВІС ТА ЛОГІСТИКА»

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ В ПІДРОЗДІЛАХ ДЕРЖСПЕЦТРАНССЛУЖБИ В МИРНИЙ ЧАС ТА В ОСОБЛИВИЙ ПЕРІОД. ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ДО ОБЛАДНАННЯ ТА ЗБЕРІГАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.

Земляний Я.Р., керівник ст. викл. Гудімов В.В.

Український державний університет науки і технологій

Автомобільний транспорт у військових підрозділах є основним засобом забезпечення мобільності, логістики, транспортування техніки, особового складу та боєприпасів. Його експлуатація вимагає суворого дотримання правил охорони праці та техніки безпеки, оскільки будь-яке порушення може призвести до аварій, травматизму, втрат матеріальних засобів або навіть людських життів.

У сучасних умовах, коли підрозділи Держспецтрансслужби діють у різних середовищах — від мирного часу до активних бойових дій, — питання безпечної експлуатації транспорту набуває ще більшої актуальності.

Проблема полягає в необхідності поєднати технічну надійність машин, дисципліну особового складу, правильну організацію перевезень та постійний контроль технічного стану, щоб мінімізувати ризики під час виконання службових завдань.

Метою дослідження є визначення комплексу заходів з охорони праці при експлуатації автомобільного транспорту у військових підрозділах, а також аналіз умов безпечної роботи персоналу в мирний та воєнний час. Особлива увага приділяється технічному стану машин, вимогам до їхнього обладнання, умовам зберігання, заправки, руху в колоні та перевезення особового складу й боєприпасів.

Експлуатація автомобільного транспорту здійснюється згідно з вимогами охорони праці, правил дорожнього руху та внутрішніх інструкцій військових частин. Головною метою цих заходів є збереження життя і здоров'я військовослужбовців, запобігання аваріям, пожежам і втратам техніки.

Кожен водій допускається до роботи лише після проходження навчання, інструктажу та медичного огляду. Особовий склад регулярно проходить заняття з правил безпечного керування транспортом, дій у разі надзвичайних ситуацій і пожеж.

Заходи охорони праці в мирний час

У мирний період головна увага приділяється профілактичним заходам. Перед кожним виїздом транспортний засіб проходить технічний огляд, перевіряються гальмівна система, освітлення, тиск у шинах, наявність аптечки та вогнегасника.

Забороняється експлуатація несправних автомобілів, а також тих, що не відповідають технічним вимогам безпеки.

Організація перевезень має відповідати затвердженим маршрутам і графікам руху. Водії зобов'язані дотримуватись швидкісних режимів, правил руху в колоні, забезпечувати належне кріплення вантажів. Заправка автомобілів здійснюється лише у спеціально відведених місцях із дотриманням вимог пожежної безпеки. Під час роботи з паливом використовуються засоби індивідуального захисту: рукавиці, окуляри, захисний одяг.

Заходи охорони праці у воєнний час

У період воєнного стану вимоги до експлуатації техніки посилюються. Водії повинні рухатись із дотриманням маскування — у нічний час із вимкненими фарами або світломаскувальним освітленням, удень — із використанням природних укриттів.

Забороняється зупинка в небезпечних зонах, скупчення техніки та порушення дистанції між автомобілями.

Під час перевезення боєприпасів і пального обов'язковим є надійне кріплення вантажів, контроль за відсутністю витоків, наявність засобів пожежогасіння. Кожен транспортний засіб має бути укомплектований аптечкою, знаком аварійної зупинки, вогнегасником, буксирним тросом і засобами індивідуального захисту.

Командир підрозділу відповідає за організацію охорони праці, проводить інструктажі, призначає відповідальних осіб за технічний стан машин і контроль виконання правил безпеки. Всі інструктажі фіксуються у журналі обліку.

Вимоги безпеки до обладнання транспортних засобів

Транспортні засоби повинні бути справними, укомплектованими аптечками, вогнегасниками, аварійними знаками, справними системами освітлення та вентиляції.

У кабінах заборонено наявність пошкоджених сидінь, розбитого скла або несправних дверей.

Паливна система має бути герметичною, а всі електричні з'єднання — ізольованими.

Автобуси та автомобілі, що перевозять особовий склад, додатково оснащуються двома вогнегасниками, аптечкою, пробісковими маячками оранжевого кольору. Спеціалізовані автомобілі (автоцистерни, панелевози, рефрижератори) повинні мати справні клапани, манометри, заземлення, а також елементи, що запобігають підтіканням рідин.

Вимоги безпеки під час зберігання транспортних засобів

Місця стоянки організовуються в опалюваних чи відкритих зонах з урахуванням пожежної безпеки. Забороняється захаращення проїздів, проведення ремонтних робіт, паління або використання відкритого вогню.

Автомобілі-цистерни з паливом зберігаються окремо, у добре вентильованих приміщеннях з виїздом назовні. Транспорт, що працює на газовому паливі, ставиться лише з перекритими вентилями і справною апаратурою.

Транспортні засоби, які потребують ремонту, розміщуються в окремих зонах. На всіх машинах, що стоять на зберіганні, вимикається запалювання, відключається акумулятор, колеса фіксуються упорними колодками.

Контроль і відповідальність

Контроль за станом техніки здійснюється через регулярні огляди, перевірку журналів інструктажів і технічного обслуговування. Командири підрозділів несуть персональну відповідальність за дотримання правил охорони праці підлеглими водіями.

Висновки. Безпечна експлуатація автомобільного транспорту у військових підрозділах є важливою складовою бойової готовності та ефективного виконання завдань. Дотримання вимог охорони праці забезпечує збереження життя військовослужбовців, техніки та матеріальних ресурсів.

Регулярні інструктажі, суворий контроль технічного стану машин, правильна організація перевезень і відповідальне ставлення особового складу до виконання обов'язків є запорукою безпечної роботи в умовах як мирного, так і воєнного часу.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ, ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Крісанова К.І., керівник ст. викл. Гудімов В.В.

Український державний університет науки і технологій

1. Загальні вимоги безпеки та допуск до робіт

1.1. Допуск персоналу: До керування транспортними засобами та виконання робіт з ТО і ремонту допускаються особи, які пройшли медичний огляд, навчання та перевірку

знань з безпеки праці та Правил дорожнього руху.

1.2. Забезпечення ЗІЗ: Усі працівники, задіяні в ТО та ремонті, мають бути забезпечені справним спецодягом, спецвзуттям та необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ).

1.3. Організація місць: Технічне обслуговування і ремонт необхідно проводити на спеціально відведених та обладнаних постах (дільницях).

1.4. Інструмент: Дозволяється використовувати лише справний, перевірений інструмент та обладнання, застосування яких відповідає технологічним процесам. Заборонено використання саморобних або несправних пристроїв.

2. Вимоги безпеки під час експлуатації транспортних засобів

2.1. Контроль справності: Виїзд на лінію дозволяється лише технічно справним та укомплектованим транспортним засобом, які пройшли контрольний технічний огляд перед виїздом.

2.2. Обмеження перевезень: Категорично заборонено перевозити людей на вантажі, цистернах, у кузовах автомобілів-самоскидів або на непристосованих для цього платформах. Перевезення пасажирів у кузові вантажного авто допускається лише за наявності сидінь нижче рівня бортів.

2.3. Безпека при заправці: Заправка паливом здійснюється лише у спеціально відведених місцях (АЗС). Під час заправки забороняється палити, користуватися відкритим вогнем та заправляти автомобіль при працюючому двигуні.

2.4. Ремонт на лінії:

При вимушеній зупинці для ремонту водій зобов'язаний увімкнути аварійну сигналізацію, одягти сигнальний жилет та встановити знак аварійної зупинки (не ближче 20 м у населених пунктах, 40 м – за їх межами).

Перед підйоманням домкратом необхідно зупинити двигун, загальмувати стоянковим гальмом, включити знижену передачу та встановити упорні колодки під колеса.

Забороняється допускати до ремонту на лінії сторонніх осіб (вантажників, пасажирів).

3. Вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту.

3.1. Фіксація та підйом ТЗ

3.1.1. Фіксація на посту: Автомобіль, встановлений на пост, має бути надійно зафіксований: двигун вимкнений, важіль КПП у нейтральному положенні, стоянкове гальмо задіяне, під колесами – упорні колодки (башмаки).

3.1.2. Попереджувальний знак: На рульове колесо обов'язково вивішується табличка: "Двигун не запускати - працюють люди!".

3.1.3. Підставки (Козелки): Категорично забороняється виконувати роботи на автомобілі, вивішеному лише на одних підйомних механізмах (домкратах). Для огляду та ремонту під вивішені частини обов'язково встановлюються інвентарні (штатні) підставки.

3.1.4. Заборона імпровізації: Заборонено підкладати під домкрати або вивішені частини транспортного засобу випадкові предмети (цеглу, диски коліс, дерев'яні колодки тощо).

3.1.5. Ремонт самоскидів: Ремонт чи обслуговування механізмів підйому кузова автомобіля-самоскида проводиться лише після встановлення під піднятий кузов спеціального додаткового упору (страхувального пристрою).

3.2. Специфічні роботи

3.2.1. Роботи з агрегатами: Знімання та встановлення агрегатів, деталей і вузлів вагою понад 30 кг (для чоловіків) і 10 кг (для жінок) необхідно виконувати підйомно-транспортними механізмами, обладнаними спеціальними захватами.

3.2.2. Шиномонтажні роботи:

Монтаж та демонтаж шин має здійснюватися за допомогою спеціального обладнання та

інструменту.

Роботи з колесами та шинами з розбірними дисками повинні проводитися із застосуванням захисних кліток або запобіжних пристроїв.

Роботи по шорсткості шин проводити тільки в захисних окулярах та при увімкненій місцевій вентиляції.

3.2.3. Ремонт паливних баків: Ремонт, паяння чи зварювання паливних баків дозволяється тільки після їх повного зняття, очищення від залишків палива та повного знежирювання.

3.2.4. Фарбувальні роботи: У приміщеннях для фарбування забороняється палити та користуватися відкритим вогнем. Працівники повинні використовувати респіратори та захисні окуляри.

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗМІШАНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗЕРНОВИХ ВАНТАЖІВ

Куть В. О., керівник доц. Музикін М. І.
Університет митної справи та фінансів

Вибір того, як саме доставити зернові вантажі з поля до судна, часто визначає чи отримає експортер прибуток, чи втратить його на логістиці. Тому давайте розглянемо дві практичні схеми і спробуємо відповісти простою мовою коли та яку транспортно-технологічну схему вигідно застосовувати.

Для дослідження обрано дві схеми змішаних вантажних перевезень:

1). з використанням автомобільного та залізничного транспорту: підвіз від ферми/елеватора автомобільним транспортом до залізничної станції, далі перевантаження на залізничний транспорт і доставка вантажоодержувачу чи в порт;

2). з використанням залізничного та морського транспорту: формування партії, подача залізницею прямо до порту з подальшою перевалкою на судно.

Перевезення автомобілем дає гнучкість «першої милі», але дорожче на великій відстані; перевезення з використанням залізничного та морського транспорту дешевші на тонно-кілометр для великих партій, але вразливі до вузьких місць у портах і простоїв вагонів під накопчинням складу поїзда (якщо це не маршрутні поїзди). Цей висновок підтверджує аналіз транспортного ринку після 2022 р.

Після 2022 р. ситуація з експортом зерна значно змінилася: частина вантажопотоку пішла обхідними сухопутними та річковими маршрутами, а також зросла роль організованих перевалочних ланцюгів. Це вплинуло і на тарифну структуру, і на загальну тривалість доставки.

Дослідження з оптимізації логістичних ланцюгів показують, що за умов нестабільності перевезення навалом контейнеризація може підвищувати стійкість постачань, але зазвичай має більшу питомо-логістичну вартість, ніж перевезення навалом за ідеальних умов.

Переваги організації змішаних автомобільно-залізничних перевезень: можливість обслуговувати віддалені від залізничної мережі елеватори та швидке формування дрібнопартійних перевезень.

Недоліки організації змішаних автомобільно-залізничних перевезень: на відстанях перевезення понад 200 км витрати на автомобільні перевезення стрімко зростають; додаткові операції перевантаження підвищують собівартість і загальну тривалість доставки. Аналіз статистики перевезень зернових вантажів в Україні після 2022 р. свідчить про зниження частки автомобільних перевезень у загальному експортному логістичному ланцюгу, коли вдається відразу формувати маршрутні поїзди.

Переваги організації змішаних залізнично-морських перевезень: ефект масштабування, тобто значно нижча вартість на тонно-кілометр перевезеної продукції для великих партій; морський сегмент дешевший для перевезень на велику відстань.

Недоліки організації змішаних залізнично-морських перевезень: якщо порт/термінал перевантажений або є простої (очікування навантаження судна на рейді, обмежена пропускна спроможність припортової станції/прилеглої дільниці і т.і.), демередж і зростання витрат на транспортування здатне перекреслити очікувану економічну користь.

Економічний і ризиковий баланс. Невеликі партії зернових вантажів з елеваторів, віддалених від залізничної станції ефективніше перевозити з використанням автомобільного та залізничного транспорту (швидше, гнучкіше). Великі партії, коли є доступ до станції/терміналу краще перевозити за транспортно-технологічною схемою за участю залізничного та морського транспорту.

Врахування можливих ризиків: черги у портах з составів поїздів в очікування розвантаження, нестача вагонів-зерновозів в період збору врожаю, додаткові страхові виплати та обмеження у роботі портів в зв'язку з триваючим воєним станом (фактично після з березня 2022 р. це стало критичним чинником).

Рекомендації, що можуть покращити ефективність обраних перевезень:

- мати «калькулятор собівартості» (вихідні дані: відстань перевезень різними видами транспорту, транспортні тарифи, перевантаження, демередж/простої, страхування). Це дозволить приймати раціональні рішення під конкретну партію;

- фокус на агрегуванні партій – чим більший розмір партії вантажу, тим вищі шанси, що перевезення за транспортно-технологічною схемою за участю залізничного та морського транспорту виявиться економічно більш доцільним. Після 2022 р. багато компаній саме це і робили, щоб компенсувати підвищені логістичні ризики;

- використання контейнерних перевезень для специфічних ринків/якості зерна. Так, це збільшує вартість перевезення, проте забезпечує схоронність вантажу та високу якість для клієнта, додає гнучкості у логістиці в умовах нестабільності;

- Інвестиції в термінали та ІТ-координацію – цифрова синхронізація подачі вагонів/вантажних автомобілів і роботи терміналу знижує простій та демередж. Після початку повномасштабної війни у 2022 р. багато ініціатив з фокусом на оптимізацію роботи терміналів показали підвищення ефективності логістичних ланцюгів.

У висновку можемо зазначити, що використання автомобільного транспорту як першої ланки доставки зернових забезпечує оперативність і гнучкість, проте підвищує собівартість перевезень через високу залежність від пального та стану автомобільних доріг. Натомість варіант із залізницею та подальшим перевантаженням у морських портах виявляється більш економічно ефективним при великих обсягах і далеких відстанях, адже залізничний транспорт забезпечує нижчу собівартість і стабільність тарифів.

Таким чином, стратегічно доцільним є розвиток мультимодальної системи перевезень, у якій автомобільний транспорт виконує допоміжну функцію так званої «першої милі», а основну частку перевезення відбувається за участю залізничного та морського транспорту. Подальші дослідження варто зосередити на моделюванні сценаріїв перевезень з урахуванням змінних тарифів та інфраструктурних особливостей різних видів транспорту.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ

Доброскок І. О., керівник доц. Баркалова Н. О.

Український державний університет науки і технологій

В сучасних умовах військового стану економіки України та з урахуванням розміщення продуктивних сил, вибір ефективного комплексу транспортних послуг набуває особливу значимість як для залізниці, так і для її клієнтури. Актуальність цієї проблеми також підтверджується специфікою вимог до транспортних послуг, що пред'являються у зв'язку з інтеграційними процесами до європейського співтовариства.

В умовах ринку замало забезпечити перевезення від станції відправлення до станції призначення. Необхідно ще думати про якісне надання клієнту повного спектра послуг, у тому числі додаткових: організація навантаження, вивантаження, доставка вантажів «вчасно», консультація клієнтів, оформлення документів, митне оформлення. Вимоги, що пред'являються до перевізного процесу (термін доставки, вартість перевезень, обслуговування, програми знижок, технічна та виробнича потужність), умови ринкового середовища, в яких працює залізничний транспорт, підвищують роль логістичних послуг та інформаційних технологій для успішної комерційної діяльності залізниць.

Забезпечення достовірності, своєчасності та повноти інформаційного потоку є основними задачами інформатизації, яка нині відбувається. На підставі розглянутого можна розробити комплекс програм, який передбачає автоматизований режим роботи у взаємодії з клієнтом у межах єдиного інформаційного середовища.

Внаслідок того, що клієнтура прагне отримати транспортну послугу з найбільш високим рівнем якості по мінімальній вартості, вибір ефективного переліку транспортних послуг усе більш впливає на результати діяльності транспортного ринку. Вибір транспортних послуг в умовах планової економіки ґрунтувався на розрахунках транспортних витрат без урахування впливу параметрів якості транспортно-експедиційного обслуговування. У ринкових умовах клієнтура вільна в межах своїх фінансових можливостей вибрати транспортні послуги в наборі, який є найбільш придатним для задоволення своїх потреб. При цьому розширення переліку послуг може досягти такого рівня, коли споживач почне в них плутатися, і виникає складна проблема вибору послуг.

Вантажовласники вільні вибрати спосіб рішення своїх транспортних проблем так, щоб він був найбільш придатним для задоволення потреб та приносив прибуток. Слід пам'ятати, що транспортні послуги перевізника чи складського термінала, самі по собі не представляють особливої цінності для клієнта. Тільки цілий комплекс в єдиній системі, яка поєднує транспортні послуги та пропонує вантажовласникам варіанти транспортного обслуговування, відбиває потреби клієнта.

З урахуванням вищенаведених підходів можливе домогтися значного поліпшення транспортного обслуговування залізницями за рахунок підвищення якості наданих послуг з урахуванням потреб та вимог вантажовласників.

Промисловий залізничний транспорт є різновидом транспорту незагального користування, при цьому він об'єднує виробників різних регіонів держави за рахунок забезпечення доставки вантажів від магістрального транспорту до вантажовласників та навпаки. Тому у складі транспортного комплексу стійке функціонування системи підприємств промислового залізничного транспорту (ППЗТ) є суттєвим фактором формування надійної та гнучкої технології доставки вантажів та стабільного закріплення виробників та споживачів товарів.

В сучасних умовах транспортної галузі України ППЗТ зберігають найважливіше місце у транспортній системі. Нажаль, більша частина під'їзних колій, які обслуговують ППЗТ, є малодіяльними. У зв'язку з цим для вітчизняного залізничного транспорту незагального користування особливо актуальним є формування логістичних технологій з метою зменшення собівартості обслуговування клієнтури та скорочення обігу вагонів на під'їзних коліях.

Важливим кроком до забезпечення прибутковості і конкурентоспроможності ППЗТ є формування на її основі цілісної структури з централізованим управлінням і відносною автономністю окремих підприємств-філій. З точки зору системного підходу, організація такої структури дозволяє отримати додатковий загальносистемний ефект в умовах використання інформаційно-керуючих технологій на базі логістичних принципів.

Процес розвитку залізничного транспорту незагального користування відбувається в умовах наявності негативної динаміки темпів зносу локомотивів, вагонів, вантажно-розвантажувальних механізмів, колій та інших засобів транспорту: в теперішній час величина зносу основних фондів становить 70 – 80 %.

Однією з найважливіших задач раціонального функціонування кожного з об'єктів ППЗТ є визначення потрібного інвентарного парку локомотивів і умов його раціонального використання і перерозподілу в тому числі за територіальною ознакою. Для цього необхідно врахувати вплив комплексу різних факторів таких як обсяг маневрових робіт, кількість подавань-прибирань, тривалість подавань прибирань, відстань слідування до під'їзних колій, тонно-кілометрову роботу, відсоток локомотивів, що перебувають на технічних обслуговуваннях і поточних ремонтах у депо.

Поряд з формальним аналітичним визначенням існують наступні об'єктивні фактори, які впливають на потрібну кількість локомотивів:

- територіальне розміщення об'єктів - географічно можуть бути розташовані на великій відстані від баз резерву, що не дозволяє у пікові часи здійснювати подавання-прибирання вагонів, а також маневрову роботу;

- територіальне розміщення під'їзних колій підприємств-клієнтів - вони можуть бути розташовані на великій відстані один від одного. Це потребує утримання додаткового парку локомотивів з низьким коефіцієнтом завантаження при великих обсягах роботи;

- непродуктивне використання локомотивів - відбувається за рахунок малого обсягу маневрових пересувань, які пов'язані зі збіркою груп вагонів для подавання-прибирання, переформування груп вагонів згідно оперативних вимог клієнтів;

- вичерпання строку служби локомотивів - знижується ефективність експлуатаційної роботи, зменшується надійність роботи, що потребує наявності постійного «гарячого» резерву.

Остаточне прийняття рішення про раціональну кількість локомотивів необхідно приймати на основі техніко-експлуатаційної оцінки доцільності утримання певного парку локомотивів.

В умовах впровадження ресурсозберігаючих технологій доцільно впровадити найбільш сприятливі умови взаємодії окремих об'єктів транспорту незагального користування на основі принципу корпоративної єдності.

ПРОЦЕС РОЗВИТКУ ПРОПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ ЛІНІЙ І ПРОБЛЕМА ЇЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Доброскок О. О., керівник доц. Баркалова Н. О.

Український державний університет науки і технологій

Однією з найважливіших умов ефективного освоєння зросту перевезень є розвиток пропускної спроможності залізниць. Мережа залізниць розглядається як

динамічна система, в якій через зростання вантажообігу і в зв'язку з удосконаленням перевізних засобів безперервно змінюються ступінь відповідності потрібної та наявній пропускних спроможностей, а також частка ділянок і напрямів, на яких найбільш ефективно проведення тих чи інших реконструктивних заходів.

Показники технічного оснащення ліній мережі (вид тяги, число головних колій на перегонах, довжина шляхів на станціях та ін.) розглядаються як параметри системи. Управління станом системи здійснюється шляхом зміни величини її параметрів в часі. На вибір значень параметрів управління і установлення термінів їх зміни накладаються обмеження і умови, що вимагають узгодження способів посилення пропускної спроможності як по лініях окремих полігонів, так і в загально-сітьовому плані.

Враховується, що, по-перше, зміна технічного оснащення однієї лінії в загальному випадку може привести до економічно раціонального перерозподілу потоків по лініях полігону і, по-друге, можливості проведення реконструктивних заходів, як правило, обмежені в цілому по мережі загальними ресурсами. Завдання в цих умовах зводиться до вибору системи параметрів, що забезпечують оптимальну якість процесу розвитку пропускних спроможностей ліній мережі в рамках зазначених умов і обмежень.

Проблеми поетапного посилення пропускної спроможності на основних транспортних магістралях є актуальними майже з самого початку епохи залізничного транспорту. Її вирішення пов'язане з багатьма факторами, часто досить суперечливими.

Величезні екологічні, економічні, соціальні переваги залізничного транспорту та його транзитний потенціал можуть бути реалізовані лише на якісно вищому рівні транспортного обслуговування. Це може бути досягнуто шляхом удосконалення технології організації перевезень, модернізації та розбудови інфраструктури, оновлення рухомого складу.

Подальший розвиток залізничної інфраструктури можливий за рахунок:

- розвитку залізничної інфраструктури на напрямках міжнародних транспортних коридорів, що сприятиме скороченню часу транзиту зовнішньоторговельних вантажів;
- збільшення пропускної спроможності, що дасть змогу повністю задовольнити попит на пасажирські та вантажні перевезення;
- електрифікації залізниць, що сприятиме покращанню їх техніко-експлуатаційних можливостей та зменшенню собівартості перевезень.

Мережа залізниць розглядається як динамічна система, в якій через зростання вантажообігу і в зв'язку з удосконаленням перевізних засобів безперервно змінюються ступінь відповідності потрібної та наявній пропускних спроможностей, а також частка ділянок і напрямів, на яких найбільш ефективно проведення тих чи інших реконструктивних заходів. Показники технічного оснащення ліній мережі (вид тяги, число головних колій на перегонах, довжина колій на станціях та ін.) розглядаються як параметри системи. Управління станом системи здійснюється шляхом зміни величини її параметрів в часі. На вибір значень параметрів управління і установлення термінів їх зміни накладаються обмеження і умови, що вимагають узгодження способів посилення пропускної спроможності як по лініях окремих полігонів, так і в загально-сітьовому плані.

Враховується, що зміна технічного оснащення однієї лінії в загальному випадку може привести до економічно раціонального посилення пропускної спроможності, можливості проведення реконструктивних заходів, як правило, обмежені в цілому по мережі загальними ресурсами. Завдання в цих умовах зводиться до вибору системи параметрів, що забезпечують оптимальну якість процесу розвитку пропускних спроможностей ліній мережі в рамках зазначених умов і обмежень.

Специфічні умови експлуатації Українських залізниць у порівнянні із західноєвропейськими, характеризуються значно більшим обсягом перевізної роботи,

більшою інтенсивністю руху поїздів, істотно більшою вагою поїздів і осьових навантажень рухомого складу.

На сьогодні резерви технічних потужностей залізничного транспорту, його провізної спроможності практично вичерпані. Тому збільшення пропускної спроможності та впровадження швидкісного руху на українських залізницях – набагато складніше завдання, ніж на західноєвропейських коліях. Вирішення цього завдання вимагає комплексу особливих і специфічних підходів. Усе це потребує кардинальних змін у стратегії подальшого розвитку залізниць.

ОПТИМІЗАЦІЯ МАСИ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ НАПРЯМКАХ

Цебенко О. О., керівник доц. Баркалова Н. О.

Український державний університет науки і технологій

У загальній проблемі оптимізації перевізного процесу вибір оптимальної норми маси вантажних поїздів займає провідне місце. Норми маси составів визначають необхідну потужність тягових засобів і розміри руху. З ними пов'язані основні експлуатаційні і економічні показники перевізного процесу, потреба в рухомому складі, його конструктивні особливості і продуктивність.

Питання вибору оптимальної норми маси вантажних поїздів, у свою чергу, ділиться на ряд самостійних як по постановці, так і по методах вирішення завдань. Цей вибір, як на двоколійних, так і одноколійних лініях може здійснюватися за наступних умов:

- заданій довжині станційних приймально-відправних колій або спільно з вибором оптимального ступеня їх подовження;
- при заданих параметрах локомотива або спільно з вибором їх оптимальних значень.

При відомих типах локомотивів і їх тягових плечей метою розрахунків є встановлення оптимальних норм маси і ходової швидкості вантажних поїздів для побудови графіка руху.

У загальнотеоретичній постановці завдання вибору оптимальної норми маси вирішується тільки для окремо взятої ділянки. Вирішення поставленої проблеми пов'язане з визначенням оптимального розрахункового поїзного погонного навантаження. Розрахунковим або обмежувальним погонним навантаженням умовимося називати поїзне погонне навантаження, відповідне нормі маси поїздів. Оптимальна норма маси знаходиться як добуток оптимального розрахункового поїздового погонного навантаження та розрахункової довжини станційних приймально-відправних колій за вирахуванням частини її, відповідній довжині локомотива і неточності встановлення составу в межах корисної довжини.

Розподіл поїзних погонних навантажень, довжини станційних приймально-відправних колій, типу профілю і кількості головних колій на перегонах, виду тяги, середньодобового обсягу перевезень і середньої маси бруто облікового вагону. Реальним з цього є тип (параметри) локомотива, для умов дальньої перспективи - оптимальна ходова швидкість вантажних поїздів.

Поряд з рівнем поїзних погонних навантажень і довжиною станційних колій, тягово-експлуатаційні характеристики локомотива впливають на головні параметри вантажних поїздів. Тому розрахунок маси поїздів для заданого локомотива виконують виходячи з умов повного використання потужності й тягових якостей локомотива з урахуванням конкретних умов профілю колії на ділянці.

При цьому необхідно враховувати всі технічні параметри ділянки, локомотивів і вагонів, що впливають на рівень норми маси поїзда. Зниження норми маси приводить до недовикористання тягових якостей локомотивів й, як наслідок, погіршенню експлуатаційних й економічних показників їхнього використання. Завищення її викликає зниження експлуатаційної надійності локомотивів і незадовільне виконання графіка руху поїздів.

Теоретичні дослідження й практичний досвід роботи залізниць показує, що у більшості випадків доцільною є найбільша маса вантажного поїзда, що може бути надійно проведений локомотивом. Тому масу поїзда визначають по розрахункових параметрах локомотивів для найбільш важкого підйому, що називається розрахунковим або керівним підйомом.

Перед розрахунком маси состава вантажного поїзда аналізують профіль колії на ділянці й вибирають найбільш важкий для руху поїздів підйом. Якщо найбільш крутий підйом має більшу довжину й при русі по ньому швидкість, знижуючись, досягає сталого найменшого значення, припустимого ПТР, то такий підйом приймають за розрахунковий. Найменшу припустиму швидкість руху по найбільш важкому підйому називають розрахунковою швидкістю, а реалізовану при цьому локомотивом силу тяги - розрахунковою силою тяги.

Для заданого типу локомотива найбільша норма маси вантажного поїзда по силі тяги локомотива й профілю колії визначається виходячи з умови рівності сили тяги й сили загального опору при русі цього поїзда по розрахунковому підйомі. На такому підйомі поїзд досягає певної постійної (рівноважної) швидкості й треба з нею до виходу на елементи профілю меншої крутості.

На електрифікованих лініях в умовах, що забезпечують роботу електровозів за системою багатьох одиниць, кратна тяга на частині ділянки виявляється економічно доцільною тільки при одному пункті підштовхування на 100 км. В порівнянні з одиночною тягою поїздів застосування подвійної тяги на всій ділянці стає економічно ефективним вже при підвищенні маси поїзда приблизно в 1,5 рази.

РОЛЬ МАРКЕТИНГУ У КОНТЕЙНЕРНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Велко Т. С., керівник доц. Бех П. В.

Український державний університет науки і технологій

В сучасних умовах успішне функціонування залізниць можливо тільки на основі ринкових методів організації та управління. Весь виробничий процес повинен бути орієнтований на клієнта. Тому одна з головних задач системи фірмового транспортного обслуговування полягає у впровадженні маркетингових принципів в процес прийняття управлінських рішень. Залізниці зможуть вирішувати свої завдання, тільки чуйно реагуючи на вимоги ринку і задовольняючи запити своїх замовників, а по суті - роботодавців. Все це обумовлює необхідність делегування відповідальності і повноважень щодо прийняття оперативних рішень на нижчі рівні управління, залишивши за «центром» лише питання стратегічного планування і побудови загальної маркетингової стратегії поведінки на ринку перевезень.

Загальна маркетингова концепція передбачає організацію виробнику оптимальних умов для створення необхідної споживачеві продукції або послуги під формується платоспроможний попит. При цьому маркетинг на залізничному транспорті спирається на дослідження ринку транспортних послуг, його сегментацію, використовує відповідний інструментарій для визначення ринку і його ємності, позиціонування товарів і послуг, цін або тарифів, просування транспортних послуг на ринок, включаючи рекламу.

Кінцева мета маркетингу полягає в пошуку адекватних ринковій кон'юктурі шляхів і методів, спрямованих на збільшення обсягів перевезень і доходів від них. Чітко розписаної маркетингової методики, що забезпечує повне досягнення вказаної мети, не існує, є лише загальні принципи і цілі. Це відкриває широкий простір ініціатив, творчого мислення. В кінцевому підсумку маркетолог стає каналом зв'язку між регіоном і залізницею. Його головне завдання - надання інтересів замовника на найвищому рівні в масштабах залізниці, визначення послуг, яких потребує замовник і формування пропозицій щодо скорочення послуг, що не користуються попитом.

У той же час на транспортному ринку гостро загострилася внутрішня конкуренція, що змушує залізничний транспорт проводити маркетинг, націлений на більш повне задоволення потреб клієнта і тим самим, створювати сприятливі умови для експорту вітчизняної продукції і заміщення імпорту з урахуванням впливу світових цін і комерційних інтересів залізниць.

Значну роль в реалізації маркетингових функцій грають тарифи на перевезення, що дозволяють враховувати рівень платоспроможності (рентабельності) різних вантажів в тарифних класах залежно від їх виробничого призначення і питомої ваги транспортних витрат у ціні споживання. Методологічну основу ринкового ціноутворення становить маржинальна теорія, згідно з якою нижня межа тарифу визначається додатково виникають маржинальними витратами залізниць при даному перевезенні, а верхній обмежується конкурентними факторами.

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ НАЇЗДУ НА НЕРУХОМУ ПЕРЕШКОДУ

Нагач А. П., керівник доц. Бех П. В.

Український державний університет науки і технологій

Разом з ростом автомобільного парку і щільності транспортних потоків збільшується число зіткнень автомобілів і їх наїзду на нерухому перешкоду.

В деяких країнах на ці види ДТП припадає до 50 % всіх пригод.

Пригоди, пов'язані з зіткненням автомобілів і наїздом на нерухому перешкоду, мають багато спільного. В процесі зіткнення та наїзду автомобілі, пасажирів і водії піддаються дії ударних навантажень, діючих протягом незначного відрізка часу, але досить значних. В теоретичній механіці ударом називається взаємодія тіл, при якому за нескінченно малий проміжок часу швидкість зменшується до кінцевого значення. Сили діючі на взаємодіючі тіла при ударі, настільки великі, що іншими силами можна знехтувати. Ударні навантаження можуть зруйнувати найбільш міцні і масивні деталі автомобіля.

Людина може витримати без шкоди короткотривале перевантаження (протягом 0,05-0,10 с) близько 40-50 g.

Процес удару прийнято розділяти на дві фази. Перша фаза триває від моменту дотику до моменту їх найбільшого зближення. Друга фаза триває від моменту кінця першої фази і до моменту розділення тіл. Під час першої фази кінетична енергія тіл переходить в механічну енергію руйнування і деформації деталей, а також в потенційну енергію і тепло. В другій фзії удару потенційна енергія пружних деталей знову переходить в кінетичну енергію і сприяє розчепленню деталей. При зіткненні автомобілів і їх наїзді на нерухому перешкоду протяжність першої фази складає 0,05-0,10 с, а другої – 0,02-0,4 с.

Безпосереднє застосування теорії зіткнення в експертизі ДТП ускладнюється низкою обставин. В теорії розглядається зіткнення тіл простої форми, однорідних і пружних. Але автомобіль являє собою складні механічні системи. Механічні

властивості такої системи в різних її містах можуть дуже відрізнятися. При цьому під час удару вони контактують не точкою, як це розглянуто в теорії, а в широких ділянках з складною конфігурацією. В ідеальному випадку вважають що, поверхні тіл зіткнення гладкі, а тертя і механічне зчеплення відсутнє. При цьому сили взаємодіючих тіл направлені по нормалі до дотичної, проведеної через точку початкового контакту обох тіл. В дійсності контактувати можуть одночасно декілька деталей, і на авто діють декілька сил, різних по значенню, направлені, протяжності, і точка дотику. В підсумку дійсні наслідки зіткнення, зокрема, швидкості і переміщення автомобілів, розраховані на основі теорії зіткнення, можуть не співпадати з параметрами конкретного ДТП.

Наїзд автомобіля на нерухому абсолютно жорстку перешкоду може супроводжуватися центральним або позацентровим ударом. При центральному ударі до поверхні перешкоди і автомобіля в точці їх початкового зіткнення проходить через центр тяжіння автомобіля.

Швидкість автомобіля перед наїздом можна визначити двома шляхами: за відомою надлишковою деформацією і за відомим шляхом відкату. Залишкову деформацію знаходять, заміривши довжину автомобіля після його наїзду на перешкоду.

Щоб кількісно оцінити результати ушкоджень при наїздах різного виду, іноді визначають обсяг деформованої частини автомобіля. Обчисливши енергію, необхідну для такого руйнування, її порівнюють з енергією, визначеної при наїзді автомобіля на плоску поверхню в умовах полігонних випробувань. На жаль в цьому напрямку зроблені тільки перші кроки і опубліковані лише розрізнені відомості про пошкодження автомобілів.

МЕТОДИКА АНАЛІЗУ ЗІТКНЕННЯ АВТОМОБІЛІВ

Пономаренко В. В., керівник доц. Бех П. В.

Український державний університет науки і технологій

Для відновлення механізму ДТП, пов'язаного із зіткненням автомобілів, необхідно визначити місце зіткнення, взаємне положення автомобілів в момент удару і розташування їх на дорозі, а також швидкості автомобілів перед ударом. Вихідні дані, що подаються експерту в подібних випадках, зазвичай неповні, а обґрунтована методика по визначенню необхідних параметрів відсутня. Тому при аналізі зіткнень вичерпної відповіді на всі виникаючі питання, як правило, дати не вдається. Найбільш точні результати дає співпраця експертів двох спеціальностей: криміналіста (трасології) і автомеханіка.

Положення місця зіткнення автомобілів на проїжджій частині іноді визначають виходячи зі свідчень учасників та очевидців ДТП. Однак свідчення, як правило неточні, що пояснюється наступними причинами: стресовим станом учасників ДТП; короткочасністю процесу зіткнення; відсутністю в зоні ДТП нерухомих предметів, за якими водії і пасажери можуть зафіксувати в пам'яті місце зіткнення; мимовільним або умисним спотворенням обставин справи свідками. Крім того, свідків ДТП може не бути.

Тому для визначення місця зіткнення треба досліджувати все об'єктивні дані, що стали результатом події. Такими даними, що дозволяють експерту визначити розташування місця зіткнення на проїжджій частині, можуть бути:

відомості про сліди, залишені транспортними засобами в зоні зіткнення (сліди кочення, поздовжнього і поперечного ковзання шин по дорозі, подряпини і вибоїни на покритті від деталей транспортних засобів);

дані про розташування розлилися рідин (води, масла, антифризу), скупчення уламків скла і пластмас, частинок пилу, бруду, що обсипалися з нижніх частин транспортних засобів при зіткненні;

інформація про сліди, залишені на проїжджій частині предметами, відкинутими в результаті удару (в тому числі і тілом пішохода), звалилися вантажем або деталями, які відокремилися від транспортних засобів;

характеристика ушкоджень, отриманих транспортними засобами в процесі зіткнення; і розміщення ТЗ на дорозі після ДТП.

З перерахованих вихідних даних найбільшу інформацію для експерта дають сліди шин на дорозі. Вони характеризують дійсний стан транспортних засобів на проїзній частині і їх переміщення в процесі ДТП. У період між зіткненням і оглядом місця ДТП такі сліди зазвичай змінюються незначно. Інші ознаки характеризують стан місця зіткнення лише приблизно, а деякі з них можуть навіть за порівняно короткий проміжок часу змінитися, іноді істотно. Так, наприклад, вода, що витікає з пошкодженого радіатора в літній спекотний день, часто висихає до приїзду автоінспектора на місце ДТП.

Місце зіткнення і положення транспортних засобів у момент удару іноді можна визначити по зміні характеру слідів шин. Так, при відцентровому зустрічному і поперечному зіткненнях сліди шин в місці зіткнення зміщуються в поперечному напрямку в бік руху автомобіля.

В зоні ДТП, як правило, залишається багато ознак, кожна з яких по-своєму характеризує стан місця зіткнення. Однак жодна з цих ознак взята окремо, не може служити підставою для остаточного висновку. Тільки комплексне дослідження всієї сукупності відомостей дозволяє експерту вирішити з потрібною точністю поставлені перед ним завдання.

ГАЛЬМУВАННЯ ПРИ ПОСТІЙНОМУ КОЕФІЦІЄНТІ ЗЧЕПЛЕННЯ

Мирошников О. А., керівник доц. Бех П. В.

Український державний університет науки і технологій

Гальмування при невеликому опорі дороги. Якщо водій під час ДТП гальмував до зупинки автомобіля, то початкову швидкість можна досить точно визначити по довжині сліду ковзання (юз) на дорожньому покритті. Такий слід залишається при повному блокуванні коліс, які ковзають по дорозі, не обертаючись.

Слід юза залишається на сухому асфальто- або цементно-бетоні в результаті екстреного гальмування легкових автомобілів, що не мають протиблокувальних пристроїв і регуляторів в гальмівній системі. У вантажних автомобілів і автобусів колеса зазвичай блокуються тільки при невисокому значенні коефіцієнта зчеплення шин з дорогою.

Якщо в результаті огляду місця ДТП зафіксовані різні довжини гальмівних слідів правих і лівих коліс автомобіля, то в розрахунок вводять велику довжину. Відсутність сліду на дорожньому покритті може бути викликано випадковими причинами, а найбільший гальмівний ефект створює колесо, що не рухається юзом, а обертається і знаходиться на межі ковзання. Крім того, частинки гуми протектора, що утворюють слід юза на покритті, з плином часу вивітрюються або змиваються, внаслідок чого довжина сліду зменшується. За 1-2 години слід гальмування на асфальтобетонному покритті може стати коротше на 20-30 см. На вологих покриттях сліди юза зазвичай малопомітні, а на битій засніженій дорозі можуть бути не видно зовсім.

Розглянемо найбільш простий випадок руху автомобіля по рівній горизонтальній дорозі, коли можна знехтувати силами опору дороги і повітря, а також тертям в трансмісії. Зазначені припущення не вносять помітної помилки, так як одночасно ми нехтуємо інерцією обертових деталей, вплив якої протилежний дії сил опору руху.

Час реакції водія залежить від його статі, віку, кваліфікації, стану здоров'я та інших факторів.

У зв'язку з неможливістю точного відтворення обставин ДТП і визначення часу реакції водія в небезпечній ситуації в експертних розрахунках використовують середньостатистичні значення t_1 . Наприклад, у Великій Британії під час експертизи ДТП час реакції водія вважають постійним і рівним 0,68 с. У нашій країні довгий час також застосовували постійне значення (0,8 с).

Застосування єдиного значення часу для всіх умов ДТП не може вважатися виправданим. Від водія не можна вимагати граничного напруження в будь-якій обстановці і постійної готовності до виконання ефективних дій щодо попередження ДТП. Іноді перешкода може з'явитися раптово для водія і без явних ознак небезпеки. В інших випадках, навпаки, водій може передбачити характер перешкоди і місце його появи, отже, має можливість заздалегідь підготуватися до прийняття необхідних заходів безпеки. Тому більш правильно застосовувати диференційовані в залежності від складності та ступеня небезпеки дорожньо-транспортної ситуації (ДТС), яка відбулася перед подією. Так, в Чехії експерти приймають мінімальне значення часу (0,8 с), якщо перешкода знаходилося безпосередньо перед автомобілем в межах кута гострого зору водія. Якщо ж перешкода знаходилася осторонь від смуги руху автомобіля і водій сприймав його периферичним зором, час збільшують до 1,2 ... 1,6 с.

Диференційовані значення часу застосовують в розрахунках, пов'язаних як з гальмуванням, так і з маневром транспортного засобу.

МОДЕЛЬ ГРАДАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ПЕРЕВЕЗЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ДЛЯ ПІДСИСТЕМИ СПОВІЩЕННЯ ОРГАНІВ РЕАГУВАННЯ

Тарасов В. В., керівник проф. Зеленько Ю. В.

Український державний університет науки і технологій

Проблематика. Упродовж останнього десятиліття сфера перевезення небезпечних вантажів зазнала суттєвої трансформації – класифікація транспортних ризиків, надзвичайна увага до дотримання законодавчих норм та розвиток телематичних технологій посилили вимоги до автоматизації інформування органів реагування. Згідно з сучасними методичними рекомендаціями та досвідом роботи аварійно-рятувальних структур, ефективність ліквідації наслідків аварій за участі небезпечних вантажів безпосередньо залежить від швидкості та точності передачі критичних даних про інцидент, маршрут, стан вантажу та фізичні умови на місці події. Однак типові системи моніторингу на транспорті фокусується переважно на диспетчеризації транспортних засобів та простому обліку переміщень, залишаючи поза увагою цифрову інтеграцію екстрених служб, автоматизацію оповіщення та підтримку сценаріїв оперативного реагування, що створює ключову прогалину у безпеці перевезень.

Основні матеріали дослідження. Аналіз світового досвіду використання інформаційних систем для оперативного обслуговування різних сфер діяльності з небезпечними вантажами підтверджує, що найпоширенішим є використання комбінованих систем, оскільки вони мають розширений функціонал та сферу застосування. Водночас інформаційно-довідкові системи є найпростішими, але мають очевидний ефект.

Отже, існує очевидна потреба у створенні ефективної та надійної інформаційної системи, яка може надавати оперативну, достовірну, оптимізовану інформацію різним операторам небезпечних вантажів, як у звичайному режимі роботи, так і в надзвичайних ситуаціях. Для моделювання процедури організації роботи з небезпечними вантажами ми обрали методологію функціонального моделювання, яка

дозволяє описувати процес як ієрархічну систему взаємопов'язаних функцій. Згідно з цією методологією, опис системи являє собою ієрархічно впорядковану та взаємопов'язану діаграму фрагментів системи. Система фрагментується на певну необхідну кількість найважливіших структурних елементів (підсистем), кожен з яких розробляється та аналізується окремо, що дозволяє забезпечити високий рівень деталізації та аналізу даних. У мультимодальній системі «Відправник-Транспортувальник-Одержувач» від кожного учасника процесу, відповідно до його професійних обов'язків (залежно від виду транспорту), потрібні кваліфіковані дії та знання правил і норм обробки вантажів високого ризику. Водночас обсяг оперативної інформації є досить значним і постійно зростає, а частина інформації є неоднорідною за ієрархією, структурою, доступом та типом носіїв. Аналіз моделей існуючих процедур та систем, що використовуються в галузі мультимодальних перевезень, демонструє відсутність універсалізації, специфічної кластеризації, інформаційних та операційних обмежень. Це підтверджує необхідність чіткої формалізації рівня організації цифрової системи та її операційних завдань. Найбільш перспективним напрямком є створення цифрової системи на рівні держави. Ще один спосіб удосконалення системи – розробка моделі потоків даних та інформації, який інтегрує наразі ізольовані аспекти в єдину централізовану систему.

Висновки. Створення ефективної та надійної централізованої інформаційної системи державного рівня для відстеження перевезення небезпечних вантажів дозволить інтегрувати потоки даних усіх учасників логістичного процесу в єдину цифрову платформу забезпечить оперативність, достовірність і оптимізацію обробки інформації. Використання функціонального моделювання дасть можливість формалізувати структуру системи, деталізувати її підсистеми та забезпечити високу ефективність контролю за перевезенням вантажів високого ризику.

РОЗРАХУНОК ОПТИМАЛЬНОГО ЧАСУ ЗАКРИТТЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ НА ВЕСЬ ПЕРІОД НАДАННЯ «ВІКОН»

Собакар Д. С., керівник доц. Папахов О. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Питання впливу закриття руху поїздів на ділянках ремонтних робіт на ефективність перевізного процесу на цих ділянках завжди є актуальними. При цьому часто порівнюють варіанти закриття руху поїздів у «вікно» з варіантами закриття на весь період виконання ремонтних робіт. У цих тезах викладено основні результати розрахунків оптимальної тривалості закриття залізничної колії на весь період виконання ремонтних робіт.

До робіт, для виконання яких необхідно надання «вікон», належать: капітальний, середній, комплексно-оздоровчий і підйомочний ремонт колії, суцільна зміна рейок, заміна стрілочних переводів, ремонт мостів і тунелів, контактної мережі, лікування земляного полотна, деякі роботи при будівництві других колій, електрифікації залізниць, при яких потрібний виїзд на перегін спеціального рухомого складу. «Вікна» повинні надаватися оптимальної тривалості, при якій забезпечуються мінімальні затримки поїздів за весь період ремонту та максимальний виробіток машин і механізмів в годину вікна.

Усі роботи з ремонту й утримання колії, споруд і пристроїв колійного господарства, а також будівельні роботи повинні виконувати ся з обов'язковим дотриманням вимог чинних Правил технічної експлуатації залізниць України, Інструкції з сигналізації на залізницях України, Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України, Інструкції про порядок надання і використання вікон у

графіку руху поїздів для ремонтних і будівельних робіт на залізницях України та Інструкції по устрою та утриманню колії залізниць України та з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні колійних робіт, затверджених проектів, технологічних процесів ремонтів колії, технології робіт під час поточного утримання колії, технічних умов і технічних вказівок, з дотриманням вимог нормативних актів з охорони праці при виконанні робіт в колійному господарстві, правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях.

Організація «вікон» для ремонту залізничних колій включає припинення руху поїздів на ділянці колії для проведення робіт, оформлення дозволу на «вікно» та призначення керівника робіт. Планування цих «вікон» проводиться згідно з нормативними документами (наприклад, наказом головного інженера) та вимагає повідомлення всіх зацікавлених сторін про час та характер робіт.

З метою скорочення загальної тривалості закриття перегонів та підвищення ефективності використання машин і механізмів вікна для капітального ремонту та заміни стрілочних переводів на залізобетонних брусах повинні надаватися, як правило, на двоколійних лініях від 6,0 до 8,0 годин на термін ремонту перегону за затвердженим технологічним процесом та варіантним графіком, а на одноколійних лініях від 5,0 до 6,0 годин. Для виконання середнього ремонту колії вікна повинні надаватися тривалістю, як правило, 5-6 годин, для комплексно-оздоровчого і підйомного ремонтів 4 - 5 годин.

Оптимальна тривалість закриття залізничної колії на весь період виконання всього комплексу робіт прямо-пропорційно до довжини ділянки залізничної колії, що підлягає реконструкції (модернізації) або ремонту та зворотно-пропорційно до середнього вироблення комплексу залізнично-будівельних машин на добу на закритій колії для руху поїздів на весь період виконання всього комплексу робіт відповідно до вимог.

У загальному вигляді необхідна тривалість вікна залежить від часу на оформлення закриття колії, відстані від станції до початку ділянки робіт, швидкості проходження електробаластера до місця робіт, і часу на зняття напруги з контактної мережі.

З проведених автором досліджень видно, у якому напрямі слід шукати резерви скорочення розмірів «вікна» на виконання заданого обсягу робіт чи, навпаки, збільшення протяжності фронту робіт у надане «вікно».

Аналіз розрахунків оптимальної тривалості закриття залізничної колії на весь період виконання ремонтних робіт з реконструкції (модернізації), капітального та середнього ремонтів залізничної колії на одній із закритих колій на весь період робіт показав, що тривалість виконання всього комплексу ремонтних робіт на одному кілометрі залізничної колії збільшується в порівнянні з тривалістю виконання робіт. Збільшується тривалість обмеження швидкості руху поїздів по ділянці колії, що ремонтується, на кількість діб рівна різниці тривалості виконання робіт на закритому шляху на весь період робіт і у «вікна».

Збільшується пробіг колійно-ремонтних машин до фронтів робіт. При виконанні всього комплексу ремонтних робіт на одній із закритих колій перегону на весь період робіт, за рахунок збільшення часу безперервної роботи колійних машин збільшується темп виконання всього комплексу ремонтних робіт на одному кілометрі залізничної колії у порівнянні з тривалістю виконання робіт у «вікна» знижується.

Значне підвищення маси поїздів, крім підвищення використання ресурсів, може привести до зменшення дільничної швидкості, а відповідно і до збільшення тривалості руху поїздів по ділянках, що, в свою чергу, впливає на кількість пропущених поїздів, тобто на рівень використання пропускнуої спроможності.

СУЧАСНИЙ ДОСВІД У ПИТАННЯХ ВДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ВАГОНОПОТОКІВ

Солдатов С. М., керівник доц. Папахов О. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Зменшення обсягів перевезень спричинило скорочення кількості вагонів, що знімаються з однієї колії сортувального парку, до 30 – 40 одиниць на добу в середньому по Укрзалізниці. Це призвело до неминучих простоїв рухомого складу через накопичення. Збільшення часу, необхідного для формування поїзних составів, уповільнило рух вагонопотоків і подовжило терміни доставки вантажів від відправників до одержувачів. Як наслідок, виникли штрафні санкції за порушення строків доставки. Проведені дослідження вказують на потребу в якісно новому підході до організації та управління вагонопотоками з урахуванням сучасних реалій.

Зі зміною економічних умов роботи залізничного транспорту, нові, поставлені часом перед ним задачі, розвиток інформаційних технологій, створення швидкодійної обчислювальної техніки, розвиток математичних методів оптимізації, теорій системного аналізу, прийняття рішень дозволили сформулювати пошук оптимального плану формування поїздів (ПФП) як багатокритеріальну задачу.

На передній план виходять неформальні процедури прийняття рішень, які базуються на своєчасно отриманій, чітко структурованій інформації про вагонопотоки на Укрзалізниці, а також про процеси, що здійснюються в суміжних сферах управління цими потоками, замість формальних методів та інструментів автоматизації розрахунків.

У методичному аспекті відбувся перехід від підходів до організації немаршрутизованих вагонопотоків, що оптимізують показники по залізницях, до нової методики. Вона ґрунтується на детальному аналізі елементарних вагонопотоків та схем їх транспортування, включаючи поелементний розрахунок часу й вартості перевезень, а також оцінку надійності їх виконання.

Дослідження показали, що необхідність коригування плану формування поїздів виникає через потребу в частковій модифікації (локальній зміні) раніше розробленого плану. Такі зміни стосуються лише тих призначень і вагонопотоків, які сприяють значному підвищенню критерію ефективності. Для забезпечення стійкості плану пропонується враховувати «невизначеність» вагонопотоків і запровадити додаткові обмеження на потужність призначень.

Встановлено, що виявлення проблемних ситуацій, які потребують оперативного перегляду плану формування поїздів, має базуватися на постійному моніторингу навантаження та прогнозуванні руху вагонопотоків відповідно до плану. Це дає змогу значно підвищити ефективність використання ресурсів, задіяних у транспортному процесі, за рахунок зростання транзитності вагонопотоків і скорочення кількості неефективних переробок.

Автором розроблено підхід до оцінювання варіантів організації потоків вагонів (ПФП) за допомогою методу багатокритеріального аналізу. Суть цього методу полягає у формуванні набору можливих варіантів ПФП, які потім оцінюються за кількома критеріями для визначення оптимальних рішень, що відповідають принципу Парето. Основою математичної моделі є використання матриці кореспонденцій вагонопотоків, яка розбивається на окремі матриці, що відповідають конкретним поїздам. На відміну від традиційного підходу, де застосовується пошук розбиття множини кореспонденцій вагонів, у цьому методі акцент робиться на аналізі множини матриць кореспонденцій для оптимізації організації вагонопотоків.

Розгляд даної задачі як багатокритеріальної дало змогу комплексно оцінити різні аспекти управління вагонопотоками:

- організація місцевих перевезень та транзитних вагонопотоків у межах мережевого планування;
- функціонування на лінійних ділянках (залізниця чи мережа залізниць) і на розгалужених транспортних полігонах;
- адаптація до змінних економічних умов.

Для оцінки ефективності варіантів планування поїздів запропоновано враховувати такі критерії:

- загальний пробіг вагоно-кілометрів;
- швидкість і своєчасність доставки вантажів;
- потреба в кількості локомотивів для поїздів;
- витрати енергії на здійснення перевезень.

Для оцінки варіантів організації вагонопотоків пропонується використовувати комплексний показник прибутку, отриманого від вантажних перевезень, базуючись на принципах аналізу фінансової беззбитковості.

Ефективність розрахунку плану формування поїздів (ПФП) значною мірою залежить від точності та достовірності вихідних даних щодо вагонопотоків і маршрутів їх руху. У рамках автоматизованої системи керування вагонопотоками (АСК ВП УЗ-Є) впроваджено методики, які забезпечують підготовку надійних даних про вагонопотоки та дозволяють виявляти неточності в нормативному описі ПФП.

Раніше розроблені методики розрахунку ПФП ґрунтувалися на єдиному критерії вибору оптимального варіанту – мінімізації витрат вагоно-годин. Однак у сучасних умовах необхідно враховувати ширший спектр факторів, що впливають на організацію вагонопотоків. Система розрахунку ПФП має бути гнучкою та здатною оцінювати варіанти за кількома критеріями. Для цього при розробці програм розрахунку та оцінки варіантів доцільно застосовувати метод багатокритеріальної оптимізації.

ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОЛПШЕННЯ СУЧАСНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ В ПРОЦЕСІ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ

Брень Д. І., керівник доц. Нестеренко Г. І.

Український державний університет науки і технологій

У розвитку економіки країни велике значення має швидке виведення продукції та послуг на світовий ринок за допомогою зручних методів. Світовий досвід довів, що використання сучасних технологічних досягнень у доставці продукції за допомогою транспортних систем швидко демонструє свою економічну ефективність. З комбінованих видів перевезень, таких як контейнерні, зустрічні залізничні, інтермодальні перевезення та перевезення зі знімними кузовами, у нашій країні ефективно використовується лише система контейнерних перевезень. Використання системи зустрічних залізничних перевезень дозволяє розвивати комбіновані залізнично-автомобільні перевезення. Вантажовласник, який використовує цей вид транспорту, віддає перевагу доставці «від дверей до дверей» без зайвого часу, втрат вантажу, витрат, пошуку шляхів співпраці з видами транспорту, повторного завантаження та розвантаження.

Використання системи зустрічно-причіпного транспорту для забезпечення співпраці наземних видів транспорту та прискорення транспортних процесів є одним із раціональних способів вирішення сучасних проблем. Контрпричіп – це спеціальний контейнер, оснащений пневматичними колесами, який призначений для перевезення вантажів залізничним та автомобільним транспортом. Контрпричепи відрізняються один від одного вантажопідйомністю, тим, чи є ходова частина постійною чи змінною, та кількістю осей. Технологічно зустрічно-причіпний транспорт вважається найуспішнішою сучасною транспортною системою у забезпеченні співпраці залізничного та

автомобільного транспорту. Для формування зустрічно-причіпної транспортної системи необхідно реалізувати низку додаткових заходів, і, виконуючи ці вимоги, можна поєднати залізничні та автомобільні перевезення за допомогою методу зустрічно-причіпного транспорту.

Якщо спостерігати за обсягами перевезень вантажів транспортом, то серед видів транспорту основні обсяги припадають на автомобільний та залізничний транспорт. Це свідчить про важливість подальшого розвитку співробітництва у сфері залізничного та автомобільного транспорту та використання нових технологій. Через зростання обсягів перевезених вантажів зростає і потреба в транспорті. Для повного задоволення цієї потреби необхідно розробляти та застосовувати сучасні технології у всіх видах транспорту.

Для вантажовідправників важливо, щоб товари прибували вчасно, використовуючи найкращий маршрут та з мінімальними витратами. Для цього аналізуються переваги та недоліки видів транспорту та обирається найефективніший варіант. Враховуючи велику частку автомобільного та залізничного транспорту за обсягами вантажів, важливо забезпечити їхню співпрацю, щоб усунути їхні недоліки та використати їхні переваги. Забезпечення переваг та недоліки наземних видів транспорту створює чудові можливості для усунення існуючих проблем у якісній доставці вантажів та максимізації їх переваг. Контейнерні перевезення поєднують переваги залізничного та автомобільного транспорту, забезпечуючи високу якість. Завдяки покращенню переваг та можливостей зустрічного залізничного сполучення можна задовольнити вимоги користувачів транспорту щодо вартості перевезень, надійності, якості продукції, гнучкості та широкого діапазону умов оплати.

В результаті аналізу процесу перевезення визначається етап з найбільшою кількістю проблем і недоліків та вживаються заходи щодо їх усунення. Завдання виявлення існуючих проблем та повного впровадження їх рішень має велике значення для розвитку зустрічних перевезень та подолання конкуренції з іншими видами транспорту. Аналіз та експерименти з досвіду зарубіжних країн показують, що перевезення вантажів зустрічним залізничним транспортом є значною мірою ефективним. У європейських країнах зустрічні залізничні перевезення становлять значну частину загального обсягу перевезених вантажів.

Під час організації та використання системи зустрічних залізничних перевезень необхідно дотримуватися вимог щодо використання існуючих сучасних технологічних засобів. Повністю усунувши ці проблеми та ефективно використовуючи систему зустрічних залізничних перевезень, можна покращити кілька ключових показників. Для підвищення конкурентоспроможності серед видів транспорту необхідно реалізувати такі завдання, як використання сучасних технологій у транспортному процесі, розширення послуг на основі сучасних вимог, використання досягнень інформаційних технологій та розвиток транспортно-експедиторських компаній, вільних від монополій.

Зустрічні перевезення трейлером забезпечують співпрацю наземних транспортів і вважаються швидкими та економічними в міжнародних та внутрішніх перевезеннях. При зустрічних перевезеннях процес зміни транспорту займає близько 3 хвилин. Завдяки скороченню часу, що витрачається на завантаження та розвантаження, скорочується час маневрування. Також, для використання системи зустрічних перевезень трейлером необхідно забезпечити її відповідність міжнародним та місцевим стандартам.

Використання сучасних технологічних досягнень у процесі доставки вантажів дозволяє розвивати мультимодальні перевезення та покращувати якість перевезень. Консолідовані перевезення вважаються найуспішнішою сучасною транспортною системою у забезпеченні взаємодії залізничного та автомобільного транспорту. У системі консолідованих перевезень велике значення мають методи правильної організації

послідовності процесу доставки з урахуванням усіх факторів. Для розвитку консолідованих перевезень необхідно виявити та усунути існуючі проблеми. Для ідеальної організації та вдосконалення цієї транспортної технології економічне визначення витрат та ефективності є одним з основних показників. Перехід на зустрічно-причіпну систему перевезень призведе до зменшення швидкого зносу автомобільних доріг під впливом важких вантажівок, зменшення викидів токсичних газів в атмосферу та підвищення безпеки дорожнього руху.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ МАСОВОГО ВІДВАНТАЖЕННЯ ЗРК

Гуліда А. В., керівник доц. Журавель І. Л.

Український державний університет науки і технологій

Потреба в забезпеченні національної стійкості нашої країни, особливо в умовах повномасштабного вторгнення, вимагає безперебійного функціонування транспортної галузі в цілому та залізничного транспорту зокрема як її провідної складової. Надання послуг належної якості в повному обсязі клієнтурі щодо перевезень вантажів є однією зі стратегічних цілей АТ «Укрзалізниця».

Залізничним транспортом України в 2024 р. перевезено 175 млн. т вантажів (приріст порівняно з 2023 р. склав 19 %, а місячні обсяги перевезень коливалися в діапазоні 13,6...16 млн. т). Основою вантажопотоків при цьому є руда – 43,4 млн. т (тобто 25 % від загального обсягу перевезень), що на 58 % більше за показники 2023 р. (19 % від загального обсягу перевезень). Значне зростання обсягів перевезень порівняно з 2023 р. показали також зерно (+ 30 %), кокс (+19 %), цемент (+ 16 %) і ліс (+ 31 %). За видами перевезень переважає експорт – 48 %, в структурі якого руда (33 млн. т або 39 % від загального обсягу) займає друге місце після зерна (в 2024 р. Україна увійшла до ТОП-5 лідерів із експорту залізної руди). При цьому, в 2024 р. 64 % експортних перевезень здійснено через порти (збільшення експорту руди через порти склало 370 %). Тобто, завдяки відкриттю морського коридору напрямок експорту руди диверсифікувався. І це в умовах, коли підприємства гірничо-металургійного комплексу найбільше постраждали від війни, але в 2024 р. їх внесок у ВВП України склав 7,2 % (порівняно з 6 % в 2023 р.), а частка галузі в загальному експорті зросла на 15,4 %.

На теперішній час в країні функціонує 10 залізничних гірничо-збагачувальних комбінатів (ГЗК), з яких 5 виробляють залізничний концентрат (ЗРК). Обслуговування під'їзних колій ГЗК здійснюється вантажними станціями примикання загальної мережі залізниць. Перед АТ «Укрзалізниця» стоїть важливе завдання забезпечення потреб цих підприємств в перевезеннях за умови забезпечення сталої роботи відповідних вантажних станцій, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності залізничного транспорту на ринку вантажних перевезень. При цьому, важливим є вплив такого чинника, як наявність кореляції між структурою вагонного парку та структурою вантажопотоків.

Шляхи підвищення стійкості функціонування вантажних станцій пов'язані як із конструктивними змінами в їх схемі та колійному розвитку, так і зі вдосконаленням технології роботи станції. В умовах регулярних обстрілів залізничної інфраструктури й до цього не завжди достатній технічний стан колійного розвитку є під загрозою. Збільшились випадки обстрілів ударними дронами поїзних локомотивів, парк яких і в довоєнний час був недостатнім. Аналогічна ситуація і з маневровими локомотивами на вантажних станціях примикання. Суттєва диференціація вагонного парку за різними ознаками викликає збільшення часу на виконання маневрової роботи та відповідно збільшення тривалості знаходження вагонів на вантажних станціях.

Пошук доцільних шляхів підвищення стійкості вантажних станцій масового відвантаження ЗРК є завданням актуальним і має враховувати особливості функціонування вантажної станції, виконання основних показників її роботи та належне обґрунтування критеріїв доцільності.

ідеальної організації та вдосконалення цієї транспортної технології економічне визначення витрат та ефективності є одним з основних показників. Перехід на зустрічно-причіпну систему перевезень призведе до зменшення швидкого зносу автомобільних доріг під впливом важких вантажівок, зменшення викидів токсичних газів в атмосферу та підвищення безпеки дорожнього руху

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАЛИВНИХ ВАНТАЖІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Копил О. П., керівник доц. Журавель І. Л.

Український державний університет науки і технологій

Необхідність підвищення ефективності транспортування наливних вантажів автомобільним транспортом в значній мірі обумовлюється їх властивостями та можливим негативним впливом на навколишнє природне середовище, що вимагає вдосконалення існуючих логістичних ланцюгів, в т. ч. за участю інших видів транспорту.

До наливних вантажів відносяться нафта й нафтопродукти, хімічні, харчові та гази. Частка таких вантажів в загальному обсязі вантажних перевезень досягає третини, а значна частина з них класифікована як небезпечні. Світовий попит на наливні вантажі характеризується зростанням, що вимагає від перевізників удосконалення процесу їх транспортування за умови дотримання належного рівня безпеки та сервісу.

Залежно від властивостей конкретного наливного вантажу транспортування може виконуватися:

- у вантажних одиницях (в транспортній тарі окремими місцями чи в транспортних пакетах або в спеціальних контейнерах відправника для рідких вантажів), розміщених в транспортних одиницях – автофургонах або універсальних великотоннажних контейнерах (ВТК);

- наливом (автоцистернами, танк-контейнерами або модульними вантажними одиницями (МВО) ПФ «Глорія» (тобто у вантажному модулі в складі комплекту багаторазового засобу розміщення та кріплення у вигляді цистерни для наливних вантажів).

Останніми роками в якості різновидів тари для наливних вантажів на автотранспорті широко застосовуються кубові ІВС-контейнери різної конструкції, текутейнери, К-флексітанки на європалетах, флексітанки (разові еластичні герметичні вкладиші) для ВТК і їх різновид Т-флексітанк для автофургонів (з яких для транспортування небезпечних можуть бути застосовані лише перші).

При цьому, в процесі виконання підготовки наливного вантажу до перевезення враховуються різні чинники: густина та ймовірність її зміни й відповідно ступеню наповнення вантажної чи транспортної одиниці внаслідок коливання температур при транспортуванні, температуру застигання вантажу, можливість випаровування, температуру займання та спалаху, наявність токсичних та (або) корозійних властивостей тощо.

До способів підвищення ефективності транспортування наливних вантажів автомобільним транспортом може бути віднесено вибір найбільш доцільного з варіантів з урахуванням як техніко-економічних показників, так і рівня екологічної безпеки. Порівнювані варіанти можуть розрізнятися технічними параметрами вантажних і

транспортних одиниць, засобів механізації, які застосовуються для виконання вантажних операцій, або технологічними параметрами елементів перевізного процесу.

З метою забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки під час транспортування наливних вантажів автотранспортом необхідно враховувати можливі ризики втрати вантажу (наприклад, внаслідок невірно обраної тари) та його негативного впливу на навколишнє природне середовище.

У мультимодальному ланцюгу транспортування наливних вантажів раціональним є застосування варіантів з використанням універсальних ВТК, танк-контейнерів і МВО, які дозволяють забезпечити надійний рівень екологічної безпеки.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НЕБЕЗПЕЧНИХ ВАНТАЖІВ ШЛЯХОМ РОЗВИТКУ ЇЇ ІННОВАЦІЙНОЇ КОМПОНЕНТИ

Міклухо Н. С., керівник доц. Журавель І. Л.

Український державний університет науки і технологій

До основних завдань транспортної галузі, які визначені стратегічною ціллю 3 нової Національної транспортної стратегії України до 2030 р. (від 27. 12. 2024 р.), віднесено забезпечення функціонування безпечного та екологічного транспорту. При цьому, ключовими проблемами, що вимагають вирішення для досягнення цієї цілі, виділені невідповідність сучасним вимогам рівня безпеки перевезень, а рівень відповідності транспортних засобів перевізників вимогам екологічної безпеки та рівень застосування новітніх технологій є недостатніми та ін. В рамках національної системи «сталий розвиток – безпека» в сучасних умовах цілі сталого розвитку країни в повній мірі залежать від темпів розробки й поширення інноваційних технологій, а інновації мають стати основою стратегії розвитку.

Перевезення вантажів є важливим елементом глобальної світової економіки. Тенденції ринку залізничних перевезень демонструють все більшу орієнтацію на цінні та високотехнологічні вантажі, що вимагає від транспортних продуктів відповідності міжнародним стандартам збереженості вантажів і безпеки. Серед найбільш дохідних є перевезення вантажів, які визначеним порядком класифіковані як небезпечні, тобто їх віднесено до одного з класів небезпеки внаслідок притаманним їм небезпечним властивостям згідно з міжнародними правилами. До небезпечних вантажів (НВ), які найчастіше перевозяться наземним транспортом відносяться легкозаймисті рідини (3 клас небезпеки), окисні речовини (клас небезпеки 5.1), самозаймисті тверді речовини (клас 4.2) і гази (2 клас), а також корозійні речовини та інші НВ (відповідно 8 і 9 класи).

Технологічний процес перевезення НВ може бути структурований як комплекс елементів з різними параметрами (різних властивостей вантажів, різновидів тари та рухомого складу, маршрутів перевезення в залежності від видів транспорту, що беруть участь в транспортуванні вантажу, тощо), які обумовлюють як їх технічні, так і технологічні складові.

Інноваційна компонента в технології перевезень НВ включає в себе впровадження нових конструкцій тари та рухомого складу, нових елементів технологічного процесу та методів управління, спрямованих на підвищення ефективності доставки вантажів, забезпечення стійкості логістичних операцій і підвищення рівня екологічної безпеки при цьому. Для удосконалення технології перевезень НВ можуть використовуватися новітні транспортні засоби, цифрові платформи та програмне забезпечення, засоби автоматизації, штучний інтелект тощо. Наприклад, застосування датчиків (Інтернет речей) для моніторингу стану вантажів і дотримання умов їх транспортування дозволяє забезпечити належну якість вантажу та підвищити рівень екологічної безпеки за рахунок зменшення ризиків виникнення аварійних ситуацій з НВ. Систематизований

збір значних обсягів даних (Big Data), їх аналіз і застосування в логістичному процесі дозволяє раціоналізувати управлінські рішення, а цифрові платформи та програмне забезпечення – забезпечити трекінг вантажів в режимі реального часу та оптимізувати маршрути їх доставки відповідно до обраних критеріїв. Штучний інтелект сприяє оптимізації ланцюгів постачання та прийняття рішень. А застосування електронного документообігу вже довело свою ефективність в сфері вантажних перевезень. Одним із ефективних способів удосконалення технології перевезень вантажів в цілому та НВ зокрема залишається підвищення рівня контейнеризації, що забезпечує мультимодальність у транспортному ланцюгу за участю різних видів транспорту.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ В ЛАНЦЮГАХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ

**Гавриленко Д. А., керівник доц. Окорочов А. М., ст. викл. Павленко О. І.
Український державний університет науки і технологій**

Металургійна галузь є основою української економіки, що привносить основну частку валютних надходжень до державного бюджету. В умовах військової агресії забезпечення її ефективного функціонування є вагомим часткою обороноздатності країни та стабільності національної економіки. При цьому одним з найважливіших елементів щодо забезпечення роботи металургійних підприємств є ефективне транспортне забезпечення.

Перевезення металургійної продукції є однією з найбільш ресурсоємних і критично важливих складових логістики промислового комплексу України. Ефективна організація роботи різних видів транспорту у ланцюгах постачання металургійної продукції дозволяє зменшувати витрати на транспортування, скорочувати час обороту вантажів та підвищувати надійність доставки як на внутрішньому, так і на міжнародному ринку. Дослідження сучасних методів підвищення ефективності транспорту в цьому секторі має стратегічне значення для економіки та конкурентоспроможності галузі.

Одним із основних напрямів є оптимізація використання залізничного транспорту, який традиційно є основним видом перевезення металургійної продукції. Застосування сучасних графіків руху, планування маршруту з урахуванням вантажопідйомності вагонів і пропускної спроможності залізничної інфраструктури дозволяє мінімізувати простої, зменшити витрати на перевезення та забезпечити своєчасну доставку вантажу до споживача або порту для експорту.

Важливим напрямом є координація роботи автомобільного транспорту із залізничними перевезеннями, особливо на «останніх кілометрах». Використання оптимальних маршрутів і логістичних хабів дозволяє швидко підбирати транспорт для доставки продукції від складів, металургійних комбінатів або портів до кінцевого споживача. Застосування інтегрованих графіків та інформаційних систем для обліку вантажів забезпечує баланс між видами транспорту та уникнення простоїв. Для підвищення ефективності важливим є впровадження цифрових систем управління логістикою (TMS – Transport Management System). Вони дозволяють відстежувати рух продукції, координувати вантажні потоки та забезпечувати своєчасне реагування на зміни в графіках перевезень. Це сприяє зменшенню простоїв, оптимізації використання транспортних засобів та підвищенню надійності ланцюгів постачання.

Особлива увага приділяється консолідації вантажів і використанню мультимодальних перевезень. Перевезення металургійної продукції, що включає великі обсяги, потребує оптимального комбінування залізничного та автомобільного транспорту, а за потреби – морського або річкового. Консолідація вантажів дозволяє

скоротити транспортні витрати, підвищити завантаження вагонів і автомобілів та забезпечити своєчасну доставку на різні напрямки.

Важливим аспектом є модернізація транспортної інфраструктури та технічних засобів перевезення, включаючи збільшення вантажопідйомності вагонів, удосконалення контейнерних систем, використання спеціалізованої техніки для перевезення листового, сортового та прокатного металу. Це дозволяє скоротити час обробки вантажів, підвищити продуктивність перевезень та знизити ризик пошкодження продукції під час транспортування. Не менш важливим є планування та аналітика транспортних процесів. Використання методів математичного моделювання, оптимізації маршрутів і прогнозування вантажопотоків дозволяє передбачати пікові навантаження, ефективно розподіляти ресурси і уникати вузьких місць у ланцюгах постачання. Це сприяє стабільній роботі логістики навіть за великих обсягів виробництва і перевезень.

Узагальнюючи, комплексний підхід до підвищення ефективності роботи видів транспорту у ланцюгах перевезення металургійної продукції включає оптимізацію графіків, координацію між транспортними видами, цифровізацію процесів, консолідацію вантажів, модернізацію технічних засобів та аналітичне планування. Реалізація таких заходів дозволяє скоротити витрати, підвищити швидкість і надійність перевезень, а також забезпечити стабільність ланцюгів постачання металургійної продукції в умовах зростаючих вимог до ефективності та безпеки логістичних процесів.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРИКОРДОННИХ ПЕРЕДАВАЛЬНИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Замниборщ В. В., керівник доц. Окороков А. М.

Український державний університет науки і технологій

В умовах повномасштабної військової агресії проти України питання ефективної роботи прикордонних передавальних залізничних станцій набуло стратегічного значення для національної економіки, обороноздатності та міжнародного іміджу держави. Ці станції є ключовими логістичними вузлами, що забезпечують зв'язок транспортної системи України із залізницями країн Європейського Союзу та інших сусідніх держав. В умовах обмеженого доступу до морських портів, руйнування транспортної інфраструктури в окремих регіонах і необхідності переорієнтації вантажопотоків на західний напрям, прикордонні передавальні станції відіграють вирішальну роль у збереженні стабільності зовнішньоторговельних зв'язків і функціонуванні економіки загалом.

Передусім, ефективна робота таких станцій є запорукою безперервності міжнародних вантажних перевезень. Вони забезпечують передачу вагонів, узгодження графіків руху, проведення митних, прикордонних та технічних процедур, а також взаємодію між залізничними адміністраціями різних держав. Злагоджена робота в цьому сегменті дозволяє уникнути накопичення вагонів на підходах до кордону, мінімізувати простої рухомого складу та скоротити час перебування вантажів у транзиті. Це має вирішальне значення для експорту продукції, яка потребує швидкого обігу – насамперед аграрної, харчової та металургійної.

Особливо важливою є роль прикордонних станцій у підтриманні експорту зернових вантажів, який після початку війни став одним із основних джерел валютних надходжень для держави. Через залізничні переходи із Польщею, Румунією, Словаччиною та Угорщиною за 2022-2024 рік було перевезено близько 18 млн. т зернових, які раніше транспортувалися морськими портами. З огляду на складну геополітичну ситуацію та часткове блокування морських коридорів, саме залізнична

логістика стала головним інструментом забезпечення виконання Україною своїх експортних зобов'язань і збереження присутності на світових ринках продовольства.

Крім економічного аспекту, прикордонні передавальні станції мають важливе гуманітарне та оборонне значення. Через них здійснюється ввезення гуманітарної допомоги, медичних засобів, палива, технічного обладнання та військової техніки, необхідної для потреб оборони країни. Висока пропускна спроможність і чітка координація роботи на цих станціях дозволяє забезпечити оперативне постачання критично важливих ресурсів, що безпосередньо впливає на здатність держави протистояти агресору.

В умовах війни особливого значення набуває оптимізація пропускної спроможності прикордонних переходів. Необхідність швидкого перенаправлення вантажопотоків з морських портів на залізницю призвела до зростання навантаження на такі станції у кілька разів. Тому впровадження сучасних технологій управління перевізним процесом, автоматизація документального оформлення, розвиток електронного обміну даними та цифрових платформ для координації дій між українськими та іноземними залізницями є важливими передумовами підвищення їх ефективності. Зокрема, актуальним є створення єдиної інформаційної системи, що дозволить здійснювати митне, технічне та комерційне оформлення вагонів у скорочені терміни без дублювання процедур.

Не менш важливим є аспект інтеграції України до європейського транспортного простору. Робота прикордонних станцій стає інструментом поступової технічної та організаційної сумісності української залізничної мережі з європейською. Узгодження ширини колії, розвиток перевантажувальних терміналів, розбудова логістичних хабів та мультимодальних центрів на базі прикордонних станцій сприяють створенню ефективних транспортних коридорів «Україна – ЄС». Це, у свою чергу, відкриває можливості для збільшення обсягів торгівлі, залучення інвестицій та зміцнення ролі України як транзитної держави.

Прикордонні залізничні станції мають значний вплив на розвиток прикордонних регіонів. Їх стабільна робота підтримує економічну активність місцевих підприємств, сприяє зайнятості населення та розвитку інфраструктури. Багато аграрних і промислових компаній орієнтують свої логістичні стратегії саме на наявність ефективних залізничних переходів, що знижує транспортні витрати та підвищує конкурентоспроможність продукції.

Нарешті, ефективність роботи прикордонних передавальних станцій є фактором формування позитивного міжнародного іміджу України. Успішна адаптація транспортної системи до умов війни, забезпечення стабільності логістичних ланцюгів та дотримання договірних зобов'язань перед європейськими партнерами демонструють здатність України діяти як надійний і прогнозований партнер навіть у кризових умовах. Це підвищує довіру з боку міжнародних організацій, інвесторів і сусідніх держав.

Таким чином, у період воєнних викликів ефективна робота прикордонних передавальних залізничних станцій є не лише питанням транспорту чи логістики, а стратегічною складовою національної безпеки, економічної стабільності та міжнародного співробітництва. Від їхньої злагодженої діяльності залежить не лише швидкість і обсяг перевезень, але й здатність держави адаптуватися до нових умов, забезпечити життєдіяльність економіки та зберегти свої позиції на світовій арені.

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОКСОХІМІЧНОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Каплун С. Р., керівник доц. Окорочков А. М., ст. викл. Павленко О. І.
Український державний університет науки і технологій**

Україна є потужною промисловою державою, основною галуззю промисловості є видобувна та металургійна. Сучасні металургійні процеси засновані на використанні коксівного вугілля, за допомогою якого виготовляються високоякісні види чавуну та сталі. Отже, для забезпечення стабільного та ефективного функціонування металургії необхідне забезпечення наявності коксу.

Транспортне обслуговування коксохімічного підприємства є ключовим елементом ефективного функціонування виробничого процесу та логістичного ланцюга поставок продукції. Коксохімічні заводи характеризуються високою інтенсивністю виробництва, значними обсягами внутрішніх перевезень та необхідністю своєчасного постачання сировини і відправки готової продукції. В умовах зростаючих вимог до економічної ефективності та оперативності доставки оптимізація транспортного обслуговування стає стратегічним завданням для підприємств галузі.

Одним із основних напрямів підвищення ефективності є оптимізація внутрішніх транспортних потоків підприємства. Планування руху вагонів і автомобілів у межах виробничих майданчиків, організація черговості завантаження та вивантаження сировини, коксу та готової продукції дозволяє скоротити час простоїв, підвищити завантаження транспортних засобів і оптимізувати використання ресурсів. Узгодження внутрішніх потоків із зовнішньою логістикою забезпечує безперервність виробничого циклу. Важливим напрямом є координація роботи різних видів транспорту, що забезпечують доставку сировини та вивезення продукції. Залізничний транспорт, як основний для перевезення коксу і напівфабрикатів, повинен працювати в тісній взаємодії з автомобільними під'їздами та внутрішнім транспортом підприємства. Узгодження графіків руху та організаційна координація дозволяє уникати черг і простоїв, забезпечуючи своєчасне постачання у виробничий цикл.

Також значну роль у підвищенні ефективності відіграють логістичні принципи управління. До них відносяться планування руху вантажів за принципом «точно в строк», балансування навантаження між різними транспортними потоками, централізоване управління ресурсами та пріоритизація критичних операцій. Використання цих принципів дозволяє організувати безперервний і контрольований потік матеріалів, підвищити продуктивність перевезень та уникати перевантаження транспортних вузлів. Для зменшення витрат і підвищення пропускної спроможності застосовується консолідація вантажів і використання мультимодальних перевезень. Об'єднання залізничного та автомобільного транспорту дозволяє ефективно використовувати ресурси, скоротити простої і забезпечити своєчасну доставку готової продукції на склади або кінцевому споживачу.

Важливим аспектом є модернізація транспортної інфраструктури та обладнання. Оновлення залізничних колій, розширення під'їзних шляхів, встановлення сучасних кранів, конвеєрів та механізованих систем перевантаження дозволяє підвищити швидкість обробки вантажів, зменшити ризик пошкодження продукції і підвищити безпеку внутрішніх перевезень. Не менш важливо застосовувати аналітичні методи планування транспортних процесів, включаючи прогнозування вантажопотоків, оптимізацію маршрутів та розподіл ресурсів. Це дозволяє уникати перевантаження вузьких місць, забезпечує стабільну роботу підприємства і зменшує витрати на обслуговування транспортного ланцюга.

Узагальнюючи, підвищення ефективності транспортного обслуговування коксохімічного підприємства досягається через оптимізацію внутрішніх і зовнішніх потоків, координацію роботи різних видів транспорту, застосування логістичних принципів управління, консолідацію вантажів, модернізацію інфраструктури та аналітичне планування. Реалізація цих заходів забезпечує безперебійну роботу виробничого циклу, скорочує витрати та підвищує надійність перевезень, що особливо важливо для конкурентоспроможності підприємства на ринку металургійної продукції.

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА В МОРСЬКИХ ПОРТАХ

Кислиця Є. В., керівник доц. О कोरोков А. М.

Український державний університет науки і технологій

Ефективна взаємодія елементів логістичного ланцюга в морських портах є ключовою умовою стабільного функціонування національної транспортно-логістичної системи України, особливо в умовах воєнних дій та часткової блокади морських маршрутів. Саме порти забезпечують інтеграцію різних етапів логістичного процесу – морської доставки, під'їзду вантажів залізницею та автомобільного транспорту, обробки й тимчасового зберігання – в єдину систему. Це дозволяє зменшувати витрати, скорочувати час доставки та підвищувати конкурентоспроможність українського експорту на світових ринках.

Морські порти України традиційно обслуговують близько 60-70% зовнішньоторговельного вантажообігу, і саме вони виступають головними точками концентрації логістичних потоків. В умовах повномасштабної агресії та часткового блокування портів Чорного моря, оптимізація взаємодії між елементами логістичного ланцюга на діючих портових терміналах (зокрема, у портах Дунаю – Рені, Ізмаїл, Усть-Дунайськ) стала одним із головних чинників забезпечення продовольчої безпеки світу та підтримання економічної стабільності України.

Організація ефективної взаємодії елементів логістичного ланцюга передбачає узгодження графіків роботи під'їзних залізничних колій, автомобільних маршрутів та портових перевантажувальних комплексів. Це дозволяє уникати простоїв транспортних засобів і вантажів, зменшувати черги на під'їздах до портів та підвищувати швидкість обробки вантажів. За даними Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури, саме від ефективності синхронізації роботи залізниці, автомобільного транспорту та портових операторів залежить понад 30% часу обороту експортного вагона. Особливе значення має цифровізація логістичних процесів у портах, зокрема впровадження електронної системи «єдиного вікна». Вона дозволяє координувати дії всіх учасників логістичного ланцюга – портових адміністрацій, залізниці, автоперевізників, митних органів, експедиторів та судновласників – у єдиному інформаційному середовищі. Такий підхід зменшує бюрократичні бар'єри, скорочує час на оформлення вантажів і забезпечує прозорість операцій.

В умовах воєнного часу роль взаємодії елементів логістичного ланцюга посилилася через необхідність швидкого перенаправлення вантажних потоків. Після втрати можливості повноцінного використання портів Чорного моря (Одеса, Чорноморськ, Південний, Миколаїв) основні експортні вантажі були переорієнтовано на дунайські порти. За даними АМПУ, обсяг перевалки вантажів у портах Дунаю зріс більш ніж утричі у 2023 році порівняно з довоєнним 2021 роком. Такий результат став можливим завдяки ефективній координації між залізничними та автомобільними

підходами до портових терміналів, швидкому розгортанню тимчасових перевантажувальних майданчиків і залученню приватних операторів.

Ефективна взаємодія елементів логістичного ланцюга в портах також є основою для розвитку мультимодальних і інтермодальних перевезень. Згідно зі стратегією розвитку транспортної системи України, ухваленою Кабінетом Міністрів, пріоритетом є створення логістичних хабів у портах, де поєднуюватимуться різні етапи перевезень із можливістю швидкого перевантаження контейнерів, зерна та нафтопродуктів. Це дозволить забезпечити гнучкість ланцюгів постачання і адаптацію до змін ринку. Не менш важливою є екологічна складова портової логістики. Координація дій елементів ланцюга дозволяє оптимізувати використання енергоресурсів, зменшити викиди CO₂ та підвищити енергоефективність операцій. Європейські стандарти екологічної стійкості, впроваджені в рамках інтеграції України до TEN-T, передбачають розвиток «зелених коридорів» із застосуванням електротяги та екологічно чистих видів палива.

Крім того, ефективна взаємодія елементів логістичного ланцюга у портах має важливе оборонне та гуманітарне значення. Через портові термінали здійснюється прийом гуманітарної допомоги, постачання пального, техніки та матеріалів для критичної інфраструктури. Координація дій між портовими службами, військовими адміністраціями та операторами дозволяє забезпечити швидке й безпечне перевезення вантажів навіть у умовах воєнних загроз.

Узагальнюючи, можна стверджувати, що організація ефективної взаємодії елементів логістичного ланцюга в морських портах України є критичним чинником забезпечення логістичної стійкості держави, підтримки експорту, інтеграції у європейський транспортний простір і зміцнення економічної безпеки. Від рівня взаємодії між залізничними, автомобільними, річковими й морськими підходами залежить швидкість і надійність вантажних потоків, а отже – здатність України утримувати позиції на глобальному ринку навіть в умовах збройного конфлікту.

ТЕХНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ КОНТЕЙНЕРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ ДО КРАЇН ЄС

Копил О. П., керівник доц. Огороков А. М., доц. Журавель І. Л.

Український державний університет науки і технологій

Автомобільний транспорт залишається ключовим засобом доставки контейнерних вантажів до країн Європейського Союзу, забезпечуючи гнучкість маршрутів, швидкість доставки та можливість прямого під'їзду до кінцевого споживача. Водночас існують складнощі, пов'язані з пропускнуою спроможністю митниць, чергами на пунктах контролю, обмеженнями за масою і габаритами вантажу, а також різноманітністю маршрутів. Тому підвищення ефективності автомобільних перевезень контейнерів є стратегічно важливим для розвитку зовнішньоекономічних зв'язків України.

Рациональне планування маршрутів і часу доставки дозволяє визначати найкоротші та найменш завантажені шляхи, уникати заторів та простоїв на кордоні. Використання сучасних навігаційних систем і аналіз транспортних потоків допомагає скоротити час транзиту на 15–20%. Координація з митними та логістичними структурами дозволяє забезпечити своєчасне оформлення документів та попереднє декларування вантажів, що значно зменшує затримки на пунктах пропуску. Інтеграція з електронними платформами контролю вантажів дозволяє скоротити очікування на кордоні на 25–30%, підвищуючи загальну пропускну здатність автопарку. Рациональне використання транспортних ресурсів сприяє підвищенню завантаження контейнерів,

ефективному використанню спеціалізованих напівпричепів і модульних платформ для стандартизованих контейнерів, а також оптимізації черговості відправок. Такі заходи дозволяють підвищити завантаження автотранспорту до 90% і знизити витрати на перевезення одного контейнера на 10-15%.

Механізація та стандартизація операцій завантаження і розвантаження прискорюють обробку вантажів і підвищують безпеку перевезень. Використання сучасних кранових систем, стелажів та пристроїв для фіксації контейнерів дозволяє скоротити час обробки контейнера на 20-25%. Аналітичне планування і прогнозування вантажопотоків дає змогу враховувати сезонні коливання, замовлення та транспортні обмеження, що допомагає уникати пікових навантажень і підтримувати стабільну роботу автопарку навіть у періоди високого попиту.

Важливим аспектом удосконалення є також розвиток сервісної інфраструктури вздовж маршрутів, включаючи логістичні термінали, парковки, зони відпочинку для водіїв та пункти технічного обслуговування. Це дозволяє підвищити безпеку перевезень, зменшити ризик затримок через несправності та сприяє більш стабільній ротації транспортних засобів.

Додатково, застосування модулів попередньої підготовки вантажу і пакування контейнерів перед відправкою до ЄС дозволяє скоротити час завантаження на терміналах, підвищити ефективність використання транспортних засобів і зменшити втрати продукції під час перевезення. Це забезпечує більш високий рівень надійності постачання та зменшує ризики перевантажень на пунктах пропуску.

Впровадження цих заходів дозволяє скоротити час доставки контейнерів, знизити витрати, підвищити безпеку та забезпечити стабільність зовнішньоекономічних поставок до країн ЄС. Раціональне планування маршрутів, координація з митними структурами, ефективне використання транспортних ресурсів, стандартизація операцій, сервісна інфраструктура та аналітичне прогнозування формують основу високоефективної системи автомобільних контейнерних перевезень.

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ МОРСЬКОГО ПОРТУ З ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ

Крейдич Ю. М., керівник доц. О कोरोков А. М.

Український державний університет науки і технологій

Ефективна взаємодія морських портів і залізничного транспорту є ключовою складовою національної транспортно-логістичної системи України. В умовах повномасштабної агресії та часткової блокади морських шляхів, забезпечення швидкої передачі вантажів між портом та залізничними під'їздами стало критично важливим для підтримки експорту, стабільності внутрішнього ринку та економічної безпеки держави. З урахуванням цих викликів розробка комплексних заходів щодо підвищення ефективності такої взаємодії має стратегічне значення.

Першим напрямом підвищення ефективності є оптимізація пропускної спроможності залізничних під'їздів до портових терміналів. Сучасні під'їзні колії часто не забезпечують своєчасного пропуску великого обсягу вантажів, що призводить до накопичення вагонів і простоїв. Для вирішення цієї проблеми пропонується впровадження гнучкого планування графіків руху, збільшення кількості приймально-відправних колій, а також модернізація сигналізаційних та диспетчерських систем. Це дозволяє забезпечити синхронізацію руху поїздів із графіком обробки вантажів у порту та скоротити час обороту вагонів.

Другий важливий напрямок – розвиток інфраструктури портових перевантажувальних комплексів та їх інтеграція із залізничними коліями. Це передбачає будівництво та модернізацію терміналів, здатних одночасно обробляти великі партії контейнерів і насипних вантажів, створення багаторівневих платформ для швидкої передачі вантажів між залізницею та портом, а також використання спеціалізованої техніки для підвищення продуктивності навантажувально-розвантажувальних робіт.

Третім напрямком є вдосконалення організаційної взаємодії між портом та залізницею. Це включає погодження графіків прибуття поїздів із внутрішнім графіком обробки вантажів у порту, координацію дій диспетчерських служб та митних органів, а також навчання персоналу для швидкого реагування на зміни в логістичних потоках. Особливо важливим є використання інтегрованих планів дій у кризових ситуаціях, що дозволяє оперативно перенаправляти потоки вантажів у разі аварій або обмежень у русі.

Також, зважаючи на сучасні тенденції, варто звернути увагу на процеси екологічної та енергетичної ефективності взаємодії. Використання електровозів, оптимізація швидкості руху поїздів і скорочення часу простоїв у порту дозволяє знизити споживання енергії та викиди CO₂. Важливо впроваджувати «зелені» логістичні коридори, що відповідають європейським стандартам сталого розвитку, особливо у великих портових хабах України. Нарешті, аналіз ефективності та постійне вдосконалення взаємодії елементів логістичного ланцюга є необхідним для підтримки стабільності перевезень. Впровадження систем KPI, моніторинг часу обороту вагонів, продуктивності терміналів та рівня використання інфраструктури дозволяє оперативно виявляти вузькі місця та вчасно коригувати процеси.

Таким чином, комплексна розробка заходів, спрямованих на підвищення ефективності взаємодії морського порту та залізничного транспорту, включає оптимізацію інфраструктури, цифровізацію процесів, координацію графіків, підвищення енергоефективності та постійний моніторинг результатів. Реалізація таких заходів дозволяє забезпечити надійність логістичних потоків, скоротити час обороту вантажів і підтримати конкурентоспроможність українського експорту навіть в умовах військової агресії.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГЗК ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ ЗІ СТАНЦІЄЮ ПРИМИКАННЯ

Тригуб А. А., керівник доц. Огороков А. М.

Український державний університет науки і технологій

Функціонування гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) безпосередньо залежить від оперативності та надійності перевезень сировини та готової продукції. Одним із ключових факторів ефективності є якісна координація роботи підприємства зі станцією примикання, що забезпечує під'єднання комбінату до залізничної мережі. Недостатня взаємодія може призводити до затримок у відправленні концентрату, накопичення готової продукції на складах та додаткових витрат на зберігання.

Оптимізація взаємодії з залізничною станцією передбачає системне планування надходження і відправки вагонів. Важливо узгоджувати графіки прибуття залізничних платформ із внутрішнім виробничим ритмом, щоб забезпечити безперервне відвантаження продукції та своєчасне завантаження сировини для наступного циклу виробництва. Врахування пропускнуєї спроможності колій, наявності роз'їздів і черговості вантажів дозволяє мінімізувати простої та підвищити інтенсивність перевезень.

Ще одним ефективним заходом є раціональна організація накопичувальних майданчиків і зон очікування вагонів на території комбінату. Впорядковане розташування платформ та вантажних ділянок дозволяє скоротити час переміщення концентрату до залізничних вагонів, уникати конфліктів при завантаженні та забезпечувати постійну готовність до відправки. Використання таких підходів сприяє рівномірному навантаженню персоналу і техніки, підвищуючи продуктивність логістичного процесу.

Важливим елементом підвищення ефективності є узгодження обсягів вантажопотоків між комбінатом та станцією примикання. Синхронізація планів виробництва та можливостей станції дозволяє оптимально розподіляти потоки концентрату та супутніх матеріалів, уникати заторів на коліях і забезпечувати стабільне відвантаження. Це також сприяє зменшенню витрат на додаткове зберігання і дозволяє планувати більш великі партії відправок без ризику перевантаження вузлів.

Для підвищення продуктивності важливо впроваджувати системи контролю та аналізу логістичних операцій. Моніторинг руху вагонів, час перебування на комбінаті та тривалість завантаження дає можливість виявляти вузькі місця та планувати дії на випередження. Аналіз даних дозволяє коригувати графіки прибуття платформ і оптимізувати використання техніки та персоналу, що підвищує загальну пропускну здатність.

Також слід звернути увагу на механізацію та технологічне вдосконалення процесів навантаження і відвантаження. Використання сучасних кранових систем, конвеєрних ліній та спеціальних розвантажувальних пристроїв зменшує час контакту продукції зі станцією, підвищує безпеку операцій та знижує ризики пошкодження вантажу. Це дозволяє комбінату забезпечувати стабільний ритм роботи та швидку ротацію вагонів.

Підсумовуючи, оптимізація взаємодії ГЗК зі станцією примикання забезпечує безперебійність постачання і відвантаження продукції, скорочує час простоїв та підвищує продуктивність логістичного ланцюга. Впровадження планування графіків, організації накопичувальних майданчиків, узгодження вантажопотоків, контролю операцій і механізації процесів створює передумови для стабільного функціонування комбінату та раціонального використання транспортних ресурсів.

МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВЗАЄМОДІЇ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ТА ЗОНИ СКЛАДУВАННЯ В ЛОГІСТИЧНОМУ ТЕРМІНАЛІ

Утятніков Б. Д., керівник доц. Огороков А. М.

Український державний університет науки і технологій

Ефективна взаємодія різних видів транспорту та зон складування в логістичних терміналах є ключовим чинником забезпечення швидкого і надійного обігу вантажів у ланцюгах постачання. У сучасних умовах глобалізації, динамічного розвитку ринку перевезень, а також у контексті воєнних викликів в Україні, оптимізація логістичних процесів у терміналах стає стратегічно важливою для підвищення конкурентоспроможності підприємств та збереження стабільності вантажопотоків.

Одним із напрямів підвищення ефективності є синхронізація транспортних потоків із зонами складування. Чітка координація між залізничним, автомобільним та річковим транспортом із внутрішніми зонами зберігання дозволяє уникати перевантаження та простоїв. Планування прибуття та відправки транспортних засобів у відповідності до пропускну здатності складів скорочує час обороту вантажів та підвищує продуктивність обробки.

Важливим аспектом є організація зон складування та оптимізація розташування вантажів у терміналі. Планування території складів за принципом близькості до точок завантаження та вивантаження дозволяє зменшити час переміщення вантажів між транспортом і складами. Використання спеціалізованих зон для контейнерів, насипних і генеральних вантажів, а також багаторівневих платформ для оперативного перевантаження сприяє підвищенню продуктивності та зменшенню вузьких місць у логістичному процесі.

Цифровізація управління терміналом відіграє не менш важливу роль. Інформаційні системи управління терміналом (TOS – Terminal Operating System) дозволяють відстежувати рух вантажів у реальному часі, координувати прибуття й відправку транспортних засобів, ефективно розподіляти ресурси персоналу та техніки, а також управляти чергами на під'їздах. Інтеграція залізничного, автомобільного та внутрішнього транспортного обігу через TOS підвищує швидкість обробки вантажів та знижує витрати.

Ефективною практикою є консолідація вантажів та використання мультимодальних вузлів, що дозволяє об'єднувати вантажі різного походження і типу для швидкого перевантаження між видами транспорту. Наприклад, вантажі, які прибувають залізницею, можуть відразу перевантажуватися в автомобільні чи річкові засоби для доставки на кінцеві точки, що зменшує витрати на транспортування та скорочує час перебування вантажів у терміналі. Автоматизація і механізація процесів перевантаження також підвищує ефективність терміналу. Використання кранових систем, конвеєрів, автоматизованих стелажів та роботизованих платформ дозволяє скоротити час обробки вантажів і підвищити безпеку операцій, що особливо важливо для великих терміналів із значними обсягами перевалки.

Не менш важливим є планування та аналітика логістичних процесів. Застосування методів математичного моделювання, оптимізації маршрутів і прогнозування вантажопотоків допомагає передбачати пікові навантаження, координувати ресурси та уникати перевантаження зон складування. Такий підхід забезпечує стабільну пропускну спроможність терміналу навіть за високих обсягів вантажопотоку.

Узагальнюючи, комплексний підхід до оптимізації взаємодії транспортних потоків і зон складування в логістичному терміналі включає синхронізацію прибуття і відправки, ефективне зонування, цифровізацію процесів, консолідацію вантажів, автоматизацію та аналітичне планування. Реалізація цих заходів дозволяє підвищити продуктивність терміналу, скоротити час обороту вантажів та забезпечити надійність логістичного ланцюга, що особливо важливо в умовах зростаючих вимог до швидкості, ефективності та безпеки перевезень.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ЛОГІСТИКИ ПОСТАЧАННЯ ВЕЛИКОГО ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

**Чернобровкін Е. В., керівник доц. Окороків А. М., ст. викл. Павленко О. І.
Український державний університет науки і технологій**

Логістичне забезпечення великого металургійного підприємства визначає швидкість та безперервність виробничого процесу, а також рівень його економічної ефективності. Надійна організація постачання сировини та відвантаження готової продукції дозволяє мінімізувати простої, забезпечити своєчасне виконання контрактів та підтримувати конкурентоспроможність підприємства. У сучасних умовах підвищення вимог ринку і необхідність раціонального використання ресурсів вимагають удосконалення логістичних процесів на всіх етапах руху вантажів.

Одним із ключових напрямів є раціональне планування транспортних потоків. Необхідно забезпечити скоординовану роботу залізничного, автомобільного та, при

необхідності, водного транспорту, що доставляє сировину до виробничих ділянок і відправляє готову продукцію споживачам. Формування інтегрованих графіків руху, врахування часу обробки вантажів та пропускної спроможності під'їзних колій дозволяє уникати накопичення транспортних засобів, скоротити затримки та ефективніше використовувати наявні ресурси. Велике значення має оптимізація складів і зон зберігання матеріалів. Для ефективного руху вантажів варто організувати спеціалізовані ділянки для сировини, напівфабрикатів і готової продукції, розташовані максимально близько до точок завантаження та вивантаження. Використання багаторівневих систем зберігання, конвеєрних ліній та механізованого транспорту усередині складів підвищує продуктивність обробки вантажів і скорочує час їх переміщення до виробничих або відвантажувальних ділянок.

Для ефективного управління логістичними потоками необхідне застосування сучасних принципів організації постачання. До них відносяться пріоритетність критичних вантажів, балансування навантаження між транспортними каналами, централізоване планування та контроль виконання операцій. Використання цих підходів дозволяє стабілізувати потік сировини, забезпечити безперервність виробництва і запобігти утворенню заторів у логістичних вузлах.

Значну роль відіграє застосування мультимодальних та консолідованих перевезень. Об'єднання вантажів і комбінування залізничного та автомобільного транспорту дозволяє зменшити витрати на перевезення, оптимізувати завантаження транспортних засобів і забезпечити своєчасну доставку продукції на внутрішній ринок і на експорт. Необхідним елементом підвищення ефективності є модернізація транспортної інфраструктури та засобів перевезення. Оновлення залізничних під'їздів, розширення автомобільних маршрутів, установка сучасного навантажувального обладнання та механізованих систем дозволяє пришвидшити обробку вантажів, підвищити безпеку та знизити втрати продукції під час транспортування.

Для забезпечення стабільності та передбачуваності постачання використовується аналітичне планування і прогнозування вантажопотоків. Моделювання логістичних сценаріїв, оптимізація маршрутів і розподіл ресурсів дозволяють запобігати перевантаженню транспортних вузлів та підтримувати ефективну роботу підприємства навіть у періоди підвищеного виробничого навантаження. Узагальнюючи, підвищення ефективності логістики постачання великого металургійного підприємства досягається через раціональне планування транспортних потоків, оптимізацію складів, застосування сучасних принципів управління, консолідацію вантажів, модернізацію інфраструктури та аналітичне прогнозування. Виконання цих заходів дозволяє скоротити витрати, забезпечити своєчасність доставки та безперебійність виробничого процесу, що є вирішальним для конкурентоспроможності підприємства на ринку металопродукції.

СТРУКТУРА ТА ХАРАКТЕР ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ПІДРОЗДІЛУ

**Дзех О. В., Чубенко О. І., керівник доц. Нестеренко Г. І.
Український державний університет науки і технологій**

Залізничний транспорт – одна з провідних галузей транспортної системи України, що забезпечує перевезення вантажів та пасажирів у міжнародному та внутрішньому сполученнях. Залізниці забезпечують дешеві масові перевезення на великі відстані, тому без їх ефективної та стабільної роботи розвиток сучасної економіки неможливий. Проведено аналіз адаптації АТ «Українська залізниця» під сучасні умови та виклики. За даними 2024 р. залізницею перевезено 2,176 млрд пасажирів та 174 млн тон вантажів. За перші сім місяців 2025 року пасажирські перевезення зросли на 0,4 %, в той час як вантажопотік знизився на 12,6 %.

Організація роботи залізничного транспорту побудована на чіткій структурі підрозділів. Кожен підрозділ виконує певні функції процесу перевезень (експлуатаційної роботи). Безпека руху, якість транспортних послуг, конкурентоспроможність у галузі перевезень та економічна ефективність залежить від взаємодії всіх підрозділів між собою та від їх організаційного та технічного рівня.

Експлуатаційна робота визначає здатність системи перевезень задовольняти потреби клієнтів, також є основним показником ефективної роботи залізничних підприємств. Вона має окреме особливе значення, тому що охоплює комплекс заходів з організації, планування, контролю та виконання перевезень.

В дослідженні представлено принципи та функціональну схему експлуатаційної роботи, розкрито структуру залізничних підрозділів та проаналізовано характер експлуатаційної роботи на основі даних 2025 року в умовах реформування.

Експлуатаційна робота – комплекс технічних та організаційних заходів, який спрямовано на забезпечення технічного обслуговування рухомого складу; безпеки та регулярності руху поїздів; ефективного використання рухомого складу та транспортної інфраструктури; оперативного виконання плану перевезень. Отже, експлуатаційна робота включає перевізний процес та його технічне забезпечення. Класифікація залізничних підрозділів.

Характер експлуатаційної роботи визначається:

- Складністю – координація між підрозділами від диспетчерів до служб колії.
- Циклічністю – замовлення – аналіз, з поверненням до нового планування.
- Технічною залежністю – потреба в справності локомотивів, вагонів та транспортної інфраструктури.
- Адаптивністю – реакція на форс-мажорні обставини, такі як погодні умови або ракетні обстріли.

У 2025 р. характер експлуатаційної роботи змінився через реформи та війну. Зокрема, GPS-моніторинг посилив контроль диспетчерів, замовлення прискорили цифрові заявки за допомогою програмного додатку. Реформи ЄС передбачають зміну структури управління розділенням на операторів пасажирів, вантажів та інфраструктури.

Послідовність роботи принципової схеми: 1). формування плану перевезень на основі клієнтських заявок; 2). розробка графіку руху поїздів диспетчерським апаратом та управлінням залізницею; 3). станції здійснюють маневрові та сортувальні операції, прийом та відправку поїздів; 4). в безпечному справному стані дистанції та експлуатаційні служби підтримують інфраструктуру; 5). диспетчери вчасно вносять

корективи у випадку відхилень та здійснюють своєчасний контроль за рухом.

Згідно з проведеним аналізом, ефективність перевезень залежить від взаємодії між регіональними, лінійними та службовими підрозділами, а також залежить від чіткої організації. Принципова схема розроблена на основі звітів АТ «Українська залізниця» та ілюструє зв'язки між підрозділами, а функціональна схема деталізує послідовність процесів. Характер експлуатаційної роботи циклічний, складний та технічно залежний. Він потребує адаптації до непередбачуваних ситуацій та координації десятків підрозділів. У липні 2025 р. АТ «Українська залізниця» виконала рекордну кількість пасажирських перевезень попри те, що було зменшено вантажопотік на 11,8% та відбулося скорочення парку вагонів. Це вдалося досягти завдяки впровадженню цифрових технологій, які оптимізували етапи контролю та планування. Модернізація, перспективу розвитку формують реформи ЄС, партнерство із закордонними компаніями, удосконалення та впровадження інноваційних технологій. Проте старіння рухомого складу та корупційні проблеми є великою перешкодою розвитку. Ми переконані, що впровадження нових реформ, використання сучасних цифрових технологій та електрифікація ключових ділянок дадуть змогу підвищити конкурентоспроможність АТ «Українська залізниця».

ПІДСЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНІ ВУЗЛИ»

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ СУДОВИХ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ЕКСПЕРТИЗ НА СОРТУВАЛЬНИХ ГІРКАХ

Сайгак М. В., керівник доц. Березовий М. І.

Український державний університет науки і технологій

При виконанні судових залізнично-транспортних експертиз (СЗТЕ) за фактом залізнично-транспортних пригод (ЗТП) використовуються атестовані встановленим порядком методики. Аналіз Реєстру методик проведення судових експертиз показує, що з 22-х атестованих та зареєстрованих методик розробником 15-ти з них є Львівський НДІСЕ, а семи з них – професор Сокол Е. М. Слід зауважити, що експертом може бути застосована як атестована методика, так і будь-яка інша, що об'єктивно відповідає дослідженню і може дати вірний результат.

У той же час в царині залізнично-транспортних експертиз відсутні методики дослідження процесу розпуску составів на сортувальних гірках і оцінки впливу на цей процес стану технічних засобів сортувальних гірок – стрілочних переводів, уповільнювачів, систем контролю зайнятості колій тощо. Така ситуація склалася зокрема через складність досліджень і відсутність серед судових експертів науково-дослідних установ фахівців, що достатньою мірою володіють питаннями теорії розпуску составів на сортувальних гірках.

При виконанні судової експертизи ЗТП одним з питань постанови про призначення експертизи є питання про відповідність фактичних дій посадових осіб вимогам нормативних документів. Однак нормативна документація, що регламентує показники технічного стану вагонних уповільнювачів, не встановлює чітких і однозначних критеріїв стосовно їх відключення для ремонту через недостатню гальмівну потужність. Відсутні також науково обґрунтовані методи розпуску составів в таких умовах. Це призводить до розмивання грані між відповідністю фактичних і потрібних дій робітників сортувальних гірок, відповідальних за технічний стан вагонних уповільнювачів. В результаті на сортувальних гірках підвищується ймовірність порушення вимог ПТЕ і виникнення транспортних пригод.

У зв'язку з цим в ході досліджень на підставі результатів випробувань уповільнювача УВСК виробництва ПрАТ «Старокраматорський машинобудівний завод» та інструментального визначення гальмівної потужності вагонних уповільнювачів сортувальних гірок станції Нижньодніпровськ-Вузол була запропонована методика визначення фактичної гальмової потужності вагонних уповільнювачів.

Фактична потужність уповільнювачів гальмівних позицій може бути визначена за результатами перевірки зусилля натискання їх шин на колесо.

Самі зусилля натискання встановлюються з використанням вимірювально-реєстраційної станції на базі тензометричної апаратури ТМА32. Основним засобом вимірювання при цьому є тензорезистор КФ5П1-10-200(А12), вмонтований в месдозу товщиною 20 мм. Сама месдоза кріпиться на металевому вкладиші товщиною 110 мм, який встановлюється між шинами уповільнювача в розгальмованому стані. Загальна ширина вкладиша та месدوزи становить 130 мм, що відповідає ширині обода колеса вагона.

Для фіксації тиску в пневматичній системі живлення уповільнювача в режимі реального часу на місце манометра керуючої станції уповільнювача встановлюється малогабаритний датчик тиску МД-10ТС, який також приєднується до вимірювально-реєстраційної станції.

Практичне застосування наведеної методики визначення фактичної гальмівної потужності вагонних уповільнювачів полягає в ідентифікації ситуацій, при яких коли при фактичних діях оператора гірки, які відповідають вимогам нормативних документів, механізм залізнично-транспортної пригоди реалізується саме через технічний стан уповільнювачів та, як наслідок, зменшення реальної гальмівної потужності.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧОГО ПАРКУ ВАГОНІВ ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНОЇ СИРОВИНИ

**Приходько Д. С., Ткаченко Г. А., керівник доц. Березовий М. І.
Український державний університет науки і технологій**

Перевезення готової продукції підприємствами гірничо-збагачувальної галузі України здійснюється у внутрішньому сполученні та на експорт – через морські порти та західні сухопутні переходи. Однією з проблем, що виникає при цьому є проблема організації експлуатаційної роботи внутрішнього залізничного транспорту цих підприємств. Першопричиною цього є факт того, що існуюча залізнична інфраструктура ГЗК запроектована та побудована в умовах, коли і ГЗК, і перевізник – залізниця разом з інфраструктурою та рухомим складом являлись власністю держави, хоча й підпорядковувались різним міністерствам та відомствам.

Одним з питань, вирішення якого є актуальною задачею, є визначення робочого парку вагонів для перевезення готової продукції. Особливо актуальним це питання є для тих підприємств, які оперують власним вагонним парком на фоні нерівномірності перевезень, на яку накладаються значні коливання випуску готової продукції при постановці обладнання ГЗК для збагачення руди і виготовлення окатишів і агломерату.

Перевезення готової продукції ГЗК може здійснюватися як у власних вагонах, так і у вагонах інших операторів. Використання власних вагонів та вагонів сторонніх операторів має як переваги так і недоліки. У випадку перевезень окатків у власних вагонах немає потреби у здійсненні плати за користування вагонами та у підготовці вагонів до перевезень, однак при цьому виникають потреби у придбанні та утриманні власного парку вагонів, а також у їх розміщенні для відстою у випадку падіння обсягів перевезень. В той же час при використанні вагонів сторонніх операторів їх кількість може регулюватись відповідно до обсягів перевезень, однак їх використання пов'язано з

оплатою їх власникам послуг надання вагонів у користування, а також з підготовкою вагонів до перевезень, що викликає потребу у відповідному колійному розвитку, виконанні маневрової роботи та утриманні штату працівників. У зв'язку з цим раціональним є певне співвідношення між кількістю власних вагонів та вагонів інших операторів так, що власні вагони застосовуються для виконання основної частини перевезень, а вагони сторонніх операторів – для освоєння пікових обсягів перевезень.

У зв'язку з цим для оцінки варіантів наявної кількості власних вагонів та вагонів операторів для виконання планових обсягів перевезень готової продукції використано наступні критерії:

- експлуатаційний парк власних вагонів;
- кількість власних вагонів, що повинна бути придбана додатково;
- кількість власних вагонів, що може використовуватись для перевезень;
- середній робочий парк власних вагонів, потрібний для виконання перевезень;
- середня кількість власних вагонів, що знаходиться у відстою;
- кількість власних вагонів, що знаходиться у відстою у місяць найменших обсягів перевезень;
- неробочий парк власних вагонів;
- середня кількість вагонів інших операторів, що використовується для перевезень;
- добова кількість вагонів інших операторів, які необхідно годувати для перевезень у місяць максимальних обсягів перевезень;
- доля вантажопотоку, що перевозиться у власних вагонах.

При цьому кількість власних вагонів, що знаходиться у відстої у місяць найменших обсягів перевезень визначає потрібну колійну ємність для відстою вагонів, а кількість вагонів інших операторів, що використовується для перевезень у місяць максимальних обсягів перевезень – потрібну потужність пункту підготовки вагонів до перевезень.

Для оцінки потреб у власних вагонах та вагонах операторів для виконання планових обсягів перевезень окатків доцільно використовувати метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло).

Оптимальний з точки зору економічної ефективності варіант формування парку власних вагонів може бути визначений шляхом мінімізації критерію відносної економічної ефективності, який можна охарактеризувати показником «модифіковані приведені витрати» (PVC), що визначається для кожного варіанта як сума поточної вартості витрат, пов'язаних з певним варіантом інвестиційного рішення за весь життєвий цикл інвестицій.

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ГУМАНІТАРНОГО ВАНТАЖУ В УКРАЇНУ

Пелип В. В., керівник доц. Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах зростання кількості надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру, збройних конфліктів та гуманітарних криз, питання надання своєчасної допомоги постраждалим громадам набуває особливого значення. Однією з ключових форм такої підтримки є гуманітарні вантажі, які забезпечують базові потреби населення та сприяють стабілізації ситуації у кризових регіонах.

Актуальність надання гуманітарної допомоги Україні залишається надзвичайно високою в умовах триваючої повномасштабної агресії з боку Російської Федерації. Війна спричинила масштабну гуманітарну кризу, що охоплює мільйони внутрішньо

переміщених осіб, пошкоджену інфраструктуру та обмежений доступ до медичних і соціальних послуг у прифронтових та деокупованих регіонах.

Одним із ключових міжнародних партнерів України, що активно підтримує український народ, надаючи гуманітарну допомогу, є Канада, тому в рамках дослідження було розглянуто доставку гуманітарної допомоги саме від канадських гуманітарних організацій. Однією із актуальних груп товарів в умовах дефіциту електроенергії в Україні є портативні зарядні станції та альтернативні джерела енергії. Тому в якості гуманітарного вантажу, що надається канадськими партнерами, обрано засоби генерації електричної енергії, а саме портативна зарядна станція Bluetti AC180.

В якості основного виду транспорту для доставки з Канади обрано саме морський, при цьому в якості порту відправлення обрано порт Монреаль, а в якості порту призначення - порт Гданськ. У якості пункту кінцевого призначення в Україні обрано гуманітарний хаб в місті Київ. Оскільки країни відправлення і призначення вантажу знаходяться на різних континентах, то для морської доставки зарядних станцій обрано 40-футовий контейнер. Встановлено, що в 40-футовий контейнер можливо розмістити 1050 коробок із зарядними станціями, при цьому маса бруто контейнера становитиме 21,105 т.

Встановлено, що доставку контейнера з гуманітарним вантажем доцільно здійснювати морською лінією CMA CGM, яка забезпечує мінімальний термін перевезення між портами Монреаль і Гданськ – 13 діб, а величина фрахту за цим маршрутом становить 2667 USD. Доставка останньої милі з порту Гданськ до гуманітарного хабу в м. Київ передбачається автомобільним транспортом; при цьому запропоновано як безпосереднє перевезення 40-футового контейнера, так і перевезення автотранспортом з попереднім перевантаженням зарядних станцій з контейнера на склад і подальшим формуванням їх у транспортні пакети. Слід зазначити, що для перевезення гуманітарного вантажу за другим варіантом достатньо лише одного критого напівпричепа, оскільки всі коробки з 40-футового контейнера можливо розмістити на 33 європалетах. Розрахункова тривалість автомобільної доставки гуманітарного вантажу по маршруту морський порт Гданськ – м. Київ для кожного з наведених варіантів доставки становить 2 доби, а її вартість у випадку використання найманого транспорту буде коливатись в межах 2400-2600 USD.

Таким чином розрахунковий термін доставки гуманітарного вантажу з Канади до України становить не менше 15 діб, а загальна вартість на кінець червня 2025 року становить до 5300 USD. Слід відмітити, що обидва варіанти автомобільної доставки вантажу з морського порту Гданськ до м. Київ є конкурентоспроможними і остаточний вибір може бути здійснено з урахуванням поточної ситуації – наявності відповідних транспортних засобів, а також величини транспортного тарифу на їх використання.

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ІМПОРТУ НАФТОПРОДУКТІВ ДЛЯ МЕРЕЖІ ЗАПРАВНИХ СТАНЦІЙ UPG

Поремчук А. С., керівник доц. Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій

У 2024 році імпорт нафтопродуктів залишався критично важливим для енергетичної безпеки України, оскільки власні потужності з переробки палива досі частково зруйновані внаслідок російської агресії. За даними митної служби, протягом року в Україну було ввезено близько 8 млн тонн нафти та нафтопродуктів (товарна група 27) на суму понад 7 млрд доларів США, а ключовими постачальниками залишалися країни ЄС – Польща, Литва, Греція та Румунія. До основних позицій,

імпорт яких здійснювався в рамках групи 27, слід віднести бензин автомобільний і дизельне паливо (ДП).

Лідерами за обсягом імпорту бензину в Україну залишаються компанії ОККО, WOG, UPG, що імпортували більше 60% загальних обсягів. В 2024 році істотно (на 30%) збільшився імпорт високоактивного бензину А-98/100, а лідером з його імпорту залишається компанія UPG. Слід відмітити, що UPG – це торгова марка, що належить приватному підприємству «Укрпалетсистем» (ПП «Укрпалетсистем»), головним напрямком роботи якого є продаж паливно-мастильних матеріалів оптом та у роздріб в мережі більше ніж 70 АЗС у 20 регіонах України.

В рамках дослідження було розглянуто технологію імпорту високооктанового бензину марки А98 автомобільним транспортом в Україну для мережі UPG. Для безперебійного постачання пального в Україну мережа UPG має у власності річковий термінал у польському місті Щецин, що забезпечує перевалку та зберігання нафтопродуктів від таких європейських виробників як Royal Dutch Shell, Total Energies SE, Neste Oyj, Glencore Energy. В Україні основний паливний хаб компанії UPG знаходиться у місті Коростень Житомирської області.

Для здійснення безперебійного постачання нафтопродуктів компанія використовує власний автотранспортний парк, який є одним із найбільших серед вітчизняних операторів паливного ринку. Станом на кінець 2024 року компанія експлуатує понад 400 одиниць спеціалізованого транспорту, зокрема бензовозів та газовозів, що дозволяє здійснювати оперативну доставку пального з імпортних терміналів до мережі АЗС по всій країні. Автопарк складається з достатньо нових транспортних засобів, який на сьогодні представлений в основному сідловими тягачами DAF, Mercedes-Benz, Volvo, а також напівпричепами-автоцистернами ємністю від 2 до 38 тис. літрів.

В рамках дослідження технології імпорту бензину марки А98 з терміналу в Польщі до нафтобази в Україні було обрано комбінований транспортний засіб у складі тягача Mercedes-Benz Actros 1845 LS та напівпричепа-цистерни Everlast ємністю 32 м³. З урахуванням технічних характеристик обраних транспортних засобів, вимог правил перевезення наливних вантажів, а також вимог габаритного-вагових норм на автомобільному транспорті розраховано масу вантажної відправки яка склала 22,08 т.

Для розробки маршруту автомобільного перевезення використано інформаційну онлайн-платформу організації вантажних автоперевезень CargoApps, за допомогою якої прокладено маршрут з м. Щецин (Польща) до м. Коростень (Житомирська обл., Україна), а його довжина становить 1203,3 км. Також, з використанням CargoApps встановлено величину дорожнього мита за проїзд з небезпечним вантажем дорогами Польщі, яка склала 121,86 EUR.

Для визначення тривалості такої доставки побудовано графік роботи водія при міжнародному автомобільному перевезенні, який враховує нормативні вимоги щодо тривалості роботи і відпочинку водіїв, і встановлено, що нормативна тривалість доставки бензину з м. Щецин до м. Коростень становить 50,67 год. або 2,11 доби.

Оскільки для доставки бензину використовується власний транспорт ПП «Укрпалетсистем», то було розраховано собівартість перевезення, яка включає витрати на паливно-мастильні матеріали, оплату праці водія, амортизаційні відрахування, платежі, пов'язані з перетином кордонів, адміністративні витрати, додаткові витрати на рух платними автомобільними дорогами, тощо. За результатами розрахунків встановлено, що собівартість автомобільного перевезення однієї вантажної відправки бензину за маршрутом з м. Щецин (Польща) - м. Коростень (Україна) на кінець червня 2025 року становить 41 858,17 грн. або 1 895,75 грн/т.

Виконані дослідження і розрахунки можуть бути використані при плануванні і реалізації міжнародної доставки нафтопродуктів автомобільним транспортом.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ ОЛІЇ ЗАЛІЗНИЧНИМ ТРАНСПОРТОМ ДО МОРСЬКОГО ПОРТУ

Москвітін А. Р., керівник доц. Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій

Відомо, що агропромисловий комплекс залишається ключовим сектором українського експорту. Так, в минулому 2024 році експорт аграрної продукції досяг 24,84 млрд доларів США, що становить майже 60% від загальних обсягів експорту. Найбільшу частку експортної виручки забезпечила соняшникова олія – на суму 5,1 мільярда доларів США, що становило 21% усього аграрного експорту. Стільки ж – 21% – забезпечив експорт кукурудзи, обсягом 29,6 мільйона тонн на суму 5 мільярдів доларів. Значне місце в структурі експорту посідала пшениця, якої було вивезено 20,6 мільйона тонн на суму 3,7 мільярда доларів, що становило 15%. Важливою експортною культурою став і ріпак – 3,8 мільйона тонн на 1,8 мільярда доларів (7% від загального обсягу). Соя принесла українському експорту 1,3 мільярда доларів (3,4 мільйона тонн), що дорівнює 5% у загальній структурі.

Лідерами експорту олійної продукції в Україні виступають такі компанії як Kernel, Cofco, Bunge, Alfa Trading, Cargill, Allseeds та інші. Компанія Kernel забезпечує повний цикл - від вирощування соняшника до виробництва та експорту соняшникової олії. Наразі основні виробничі потужності Kernel знаходяться в центральній Україні (Полтавська, Кіровоградська обл.), а перевалка соняшникової олії на експорт здійснюється в морських портах Південний та Чорноморськ.

В рамках дослідження було розглянуто технологію залізничної доставки соняшникової олії наливом з Полтавського олійноекстракційного заводу-Кернел Груп до терміналу ТрансГрейнТермінал-олія у морському порту Чорноморськ. При цьому перевезення олії наливом передбачено за двома варіантами – у вагоні-цистерні для харчових продуктів моделі 15-7140 або у флексітанку E-Flex, що поміщено у 20-футовий контейнер, що в подальшому буде розміщено на фітінговій платформі, при цьому на одній платформі можна перевозити два таких контейнери.

З урахуванням технічних характеристик обраних транспортних засобів, вимог правил перевезення наливних розраховано масу вантажної відправки для кожного з варіантів доставки. Встановлено, що маса вантажної відправки у вагоні-цистерні становить 67,3 т, а у випадку використання флексітанка – 46,0 т за умови що на фітінгову платформу встановлено два 20-футових контейнери із флексітанками.

Для оцінки розробленої технології доставки соняшникової олії залізничним транспортом з використанням програмного комплексу «ТМ Карта» розраховано тарифну відстань перевезення між станціями Полтава-Київська – станція Чорноморськ-Порт, що склала 800 км. Встановлено, що розрахунковий термін доставки залізничним транспортом за вказаним маршрутом становить 6 діб.

Прийнято, що при перевезенні залізничним транспортом використовується вагон-цистерна для харчових продуктів перевізника, а при перевезенні у флексітанку використовуються контейнери відправника, а фітінгова платформа – перевізника.

За результатами розрахунків встановлено, що вартість перевезення однієї вагонної відправки з соняшниковою олією за маршрутом Полтавський ОЕЗ – ТрансГрейнТермінал-олія становить:

- у вагоні-цистерні – 73 095,0 грн. або 1 086,11 грн/т;
- у флексітанку – 41 113,8 грн. або 893,78 грн/т.

Результати виконаних розрахунків дозволяють зробити висновок, що в умовах сучасної тарифної політики перевезення соняшникової олії за маршрутом Полтавський ОЕЗ – термінал «ТрансГрейнТермінал-олія» доцільно виконувати залізничним

транспорт з використанням флексітанків, поміщених у 20-футові контейнери. Проте така технологія є доцільною і дешевшою на 18% лише в тому випадку, якщо вантажовідправник має наявності 20-футові контейнери, які потрібно повернути в морський порт не порушуючи detention-вимоги морської лінії.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ДОСТАВКИ КОНТЕЙНЕРНИХ ВАНТАЖІВ В УКРАЇНУ

Глухий А. В., керівник доц. Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій

Після початку повномасштабної агресії Російської Федерації проти України у лютому 2022 року було повністю зупинено захід морських суден, у тому числі контейнеровозів, до українських портів. У період до весни 2024 року всі контейнерні вантажі, призначені для України, транспортувалися альтернативними маршрутами. Основними транзитними вузлами виступали морські порти Гданськ (Польща) та Констанца (Румунія), з яких подальше перевезення здійснювалося автомобільним та залізничним транспортом. Влітку 2024 року контейнерна лінія Mediterranean Shipping Company (MSC) першою відновила морське сполучення з Україною шляхом організації фідерних перевезень між турецьким портом Текірдаг і контейнерним терміналом Одеського морського порту. Наприкінці січня 2025 року компанія CMA CGM запустила регулярний сервіс Odessa Express, що з'єднує порти Пірей (Греція), Стамбул (Туреччина) та Одесу, сприяючи поступовому відновленню контейнерних перевезень. Водночас, станом на квітень 2025 року прямі морські маршрути з портів Китаю до України залишаються відсутніми, а оптимізація маршрутів доставки контейнерних вантажів у цьому напрямку залишається актуальним завданням.

Аналіз та оцінка наявних альтернатив контейнерних перевезень з Китаю до України було проведено на прикладі транспортування вантажу в універсальному 20-футовому контейнері з порту китайського Нінбо до міста Дніпро (Україна). Для реалізації такої доставки розроблено дві транспортно-технологічні схеми, які передбачають морське перевезення контейнера до портів Гданськ (Польща) або Одеса (Україна). Подальше переміщення вантажу здійснюється або залізничним транспортом, або шляхом перевалки на автомобільний транспорт з наступною доставкою до пункту призначення в місті Дніпро.

З використанням онлайн-сервісу Searates було обрано морську лінію CMA CGM, яка може здійснити доставку контейнера як до Гданська, так і до Одеси, а тривалість такої доставки становить 47 та 49 діб відповідно. При цьому доставка контейнера до порту Одеси передбачає його перевантаження в грецькому порту Пірей і подальше перевезення в Україну фідерним контейнеровозом Lila Canada. Станом на червень 2025 року вартість морської доставки 20-футового контейнера до порту Гданськ становить 2700 USD, а до порту Одеса - 4800 USD.

Для організації залізничної доставки контейнера з Польщі до міста Дніпро доцільно використовувати спот-сервіс з Польщею від АТ “Українські залізниці”, що надає послуги доставки контейнерів з порту Гданська до центрів транспортного сервісу Ліски в українських містах. Розрахункова тривалість такої доставки становить до 9 діб, а вартість 1450 USD за один 20-футовий контейнер. В той же час, доставка такого контейнера з порту Одеси до м. Дніпро займає близько 4-5 діб при орієнтовній вартості 450 USD.

У випадку перевалки вантажу з контейнера на автомобільний транспорт доцільно використовувати комбінований транспортний засіб у складі сідельного тягача і критого напівпричепа. Вартість такої доставки з урахуванням послуг перевантаження,

експедиторських послуг у напрямку Гданськ-Дніпро становить до 3000 USD, а з Одеси до Дніпра - 900 USD.

В результаті виконаних розрахунків встановлено, що у випадку доставки контейнера з Китаю в Дніпро через польський порт Гданськ загальні витрати можуть становити 4150 USD при використанні залізничного транспорту і 5700 USD при автомобільній доставці. У випадку доставки через Одеський морський порт витрати можуть становити 5250 USD (сухопутна доставка залізничним транспортом) та 5700 USD за умови доставки вантажу до м. Дніпро автомобільним транспортом. Отже, з урахуванням поточної тарифної політики перевізників, а також в умовах відсутності прямих рейсів морських контейнерних ліній Китай-Україна, більш доцільним варіантом організації перевезень контейнерних вантажів в цьому напрямку є їх доставка до польського порту Гданськ з подальшим транспортуванням в Україну залізничним транспортом.

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РИНКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

Шевченко А.О., керівник доц. Дорош А. С.

Український державний університет науки і технологій

З початку повномасштабної агресії Російської Федерації в лютому 2022 року ринок вантажних автомобільних перевезень в Україні зазнав суттєвих змін: з одного боку - падіння обсягів і скорочення можливостей, з іншого - перебудови логістичних маршрутів, пошуку нових рішень і адаптації операторів до нових ризиків. У 2024 році спостерігалось зростання у транспортній галузі, зокрема за перше півріччя вантажні перевезення збільшилися на 18,6 % порівняно з аналогічним періодом 2023 року, що свідчить про потужне відновлення активності після більш гострих фаз воєнного стану.

Водночас у 2025 році з'являються ознаки спаду: за даними Державної служби статистики, обсяги вантажних перевезень у січні-серпні 2025 року становили 208,9 млн тонн, що на 11,3 % менше, ніж за аналогічний період 2024 року. Зокрема, автомобільним транспортом за цей період перевезено 77,4 млн тонн, що також підтверджує зниження. При цьому вантажообіг зменшився більш суттєво, що свідчить про зміну у структурі маршрутів перевезення.

Серед факторів, що спричинили зміни на ринку, ключовими є: пошкодження інфраструктури внаслідок бойових дій; різке підвищення витрат на паливо, ремонт, страхування через воєнні ризики; зміни у митному та регуляторному середовищі; а також дефіцит водіїв зі спеціалізацією міжнародних перевезень. Одним із маркерів зміни попиту є статистика імпорту вантажних автомобілів: у 2024 році імпорт вантажних авто у грошовому виразі зріс на 30 % порівняно з 2023-м, до \$947,84 млн, що відображає оновлення автопарків та потребу в заміні або розширенні потужностей. В той час як у січні-травні 2025 року імпорт залишився на рівні близько \$389,55 млн, що лише на 1 % перевищує обсяг за такий же період 2024 року.

У регіональній структурі перевезень відзначається переорієнтація маршрутів: обмеження або припинення роботи портів у чорноморському регіоні, небезпека транспортування на прифронтових ділянках змушують операторів шукати альтернативні коридори через західну Україну та країни-партнери. Такі зміни призводять до зростання витрат на логістику, збільшення термінів доставки, підвищення ризиків пошкоджень чи затримок.

Ще один важливий аспект - ціноутворення. Зростання вартості пального, запасних частин, страхування й ризиків збільшує собівартість перевезень. Частково це компенсується підвищенням тарифів, але не на всіх маршрутах і не в усіх випадках - особливо коли конкуренція з боку залізничного транспорту або мультимодальних

маршрутів дає змогу споживачам шукати альтернативні варіанти. Внаслідок цього маржа у автоперевізників знижується, що впливає на якість обслуговування, ремонтний цикл, оновлення автопарку та інвестиційні можливості.

Незважаючи на виклики, сектор демонструє певну стійкість і адаптивність: попит на нову (або відновлену) спеціалізовану техніку зростає; імпорт вантажних авто та вживаних автотранспортних засобів продовжується; підприємства логістики активно оптимізують маршрути, запроваджують страхування ризиків, інвестують у системи відстеження і диспетчеризації.

Для подальшої стабілізації та розвитку ринку вантажних автомобільних перевезень в Україні доцільно зосередити увагу на комплексному відновленні транспортної інфраструктури з урахуванням вимог воєнного часу та стійкості до можливих руйнувань. Першочерговим завданням є модернізація магістральних автошляхів, мостових переходів і логістичних вузлів, а також формування безпечних об'їзних маршрутів у зонах підвищеного ризику. Важливо забезпечити підтримку автоперевізників шляхом стимулювання оновлення рухомого складу, спрощення митних процедур і запровадження фінансових механізмів пільгового кредитування. Подальший розвиток мультимодальних логістичних хабів сприятиме інтеграції автомобільного транспорту у європейські транспортні коридори та підвищенню ефективності доставки. Не менш важливим напрямом залишається розвиток кадрового потенціалу галузі - підготовка кваліфікованих водіїв, логістів та технічних спеціалістів, здатних працювати в умовах підвищеної небезпеки та швидкої зміни логістичних середовищ.

РОЗВИТОК СУХИХ ПОРТІВ В УКРАЇНІ В КОНТЕКСТІ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ

Дунченко Д. Р., керівник доц. Мазуренко О. О.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сухих портів в Україні є одним із ключових напрямів інтеграції національної транспортної системи до логістичної мережі країн ЄС. В умовах зростаючого значення мультимодальних перевезень, роль таких логістичних центрів стає стратегічно важливою для підвищення конкурентоспроможності українських транспортних коридорів. Україна, маючи вигідне географічне положення на перетині транспортних шляхів між Європою та Азією, може стати регіональним хабом контейнерних та змішаних вантажопотоків.

Після початку війни українська економіка доволі швидко переорієнтувалася на європейський ринок з використанням сухопутних шляхів сполучення. Таким чином питання створення сучасної інтермодальної інфраструктури набуло особливої актуальності. В умовах воєнних ризиків та можливого повторного блокування морських портів, сухі порти забезпечують стійкість транспортної системи. Такі термінали зменшують залежність від морських перевалочних потужностей та дозволяють перенаправляти вантажопотоки через західні сухопутні пункти пропуску.

Українські сухі порти мають потенціал для розвитку як складові міжнародних логістичних ланцюгів. Приклади вже діючих об'єктів – «Ліски» (Київ), термінал у Чопі, та «Євровагон» у Мостиськах – демонструють можливість ефективного поєднання залізничних та автомобільних перевезень. Розширення їхніх можливостей дозволить зменшити навантаження на порти Одеси, Чорноморська та Рені, забезпечуючи більш рівномірний розподіл вантажних потоків. Серед перспективних напрямів можна відзначити створення логістичних хабів поблизу основних залізничних вузлів – Львова, Чопа, Ковеля, Ізюма, Кременчука та Подільська. Ці вузли мають сприятливе положення відносно існуючих та перспективних міжнародних транспортних коридорів. Інтеграція

сухих портів до таких маршрутів забезпечує безперервність вантажних перевезень і скорочує логістичні витрати.

Однак для досягнення максимальної ефективності функціонування системи сухих портів необхідно визначити раціональне місце їх розташування та оптимальну кількість у межах залізничної мережі України. Такий підхід дозволить уникнути дублювання функцій терміналів, збалансувати транспортні навантаження та оптимізувати логістичні витрати. Визначення місць розташування повинно враховувати обсяги вантажопотоків, наявність транспортних вузлів, потенціал розвитку індустріальних парків і близькість до міжнародних коридорів. Для цього доцільно застосовувати методи геоінформаційного аналізу, моделювання транспортних потоків і багатокритеріальної оптимізації. Важливим аспектом є узгодження просторового розміщення сухих портів із планами розвитку залізничної інфраструктури, щоб забезпечити рівномірний розподіл вантажопотоків територією країни.

Підсумовуючи, можна зазначити, що ефективне формування системи сухих портів в Україні стане фундаментом для модернізації логістичних процесів, диверсифікації маршрутів постачання та зміцнення міжнародного іміджу держави як транзитного центру. Це потребує комплексного підходу – поєднання інфраструктурних інвестицій, розробку та впровадження технологічних інновацій, що у сукупності забезпечить розвиток та ефективне функціонування транспортної системи України в нових геополітичних реаліях.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФОРМУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ МІЖНАРОДНИХ КОНТЕЙНЕРНИХ ПОТОКІВ ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ

Тігов О. Г., керівник доц. Мазуренко О. О.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах глобалізації економіки контейнерні перевезення залишаються одним із ключових способів доставки вантажів у світі. На сьогодні ринок контейнерних перевезень продовжує зростати, досягнувши у 2024 році 119,68 млрд доларів США, а до 2029 року прогнозується зростання до 145,7 млрд доларів.

Для України актуальним є питання відновлення транзиту вантажів у міжнародному сполученні. Це потребує попереднього аналізу вантажних перевезень в країні та визначення можливої частки світових контейнерних потоків, які можуть бути залучені. Залізничні контейнерні перевезення відіграють ключову роль у розвитку міжнародної торгівлі, забезпечуючи ефективне та екологічно чисте транспортування вантажів між країнами.

У контексті інтеграції України до Європейського Союзу та співпраці з країнами Ініціативи Трьох морів, що об'єднує 12 держав Центральної та Східної Європи, перспективи розвитку таких перевезень набувають стратегічного значення. При цьому особливого значення набуває прогнозування та формування потенційних потоків контейнерів територією України. Метою дослідження є визначення потенційних потоків контейнерів за допомогою гравітаційної моделі формування транспортних зв'язків. Для цього було використано дані Світового банку та принципи оптимізаційного підходу, заснованого на мінімізації дисперсії відхилень між розрахунковими та фактичними даними.

Гравітаційна модель дозволяє прогнозувати можливі напрями та обсяги контейнерних потоків між основними економічними центрами світу. Результати розрахунків показали, що близько 80% усіх контейнерних відправлень формуються у трьох регіонах: Східній Азії, Північній Америці та Єврозоні. За результатами моделювання, потенційний обсяг контейнерів між Східною Азією та Єврозоною може

досягати 212,8 млн TEU на рік. Через територію України потенційно може проходити до 112,9 млн TEU у напрямку Східна Азія – Єврозона та 99,9 млн TEU у зворотньому напрямку. Це свідчить про значний транзитний потенціал нашої держави.

Особливу увагу слід звернути на співпрацю з країнами східної Європи. Участь України в таких проєктах як Ініціатива Трьох морів дозволить диверсифікувати шляхи перевезень як власних, так і транзитних вантажів за рахунок приєднання до нових залізничних коридорів європейської колії. У цьому контексті важливою є участь України у розвитку коридору Балтійське море – Чорне море – Егейське море, який розширює маршрути контейнерних потоків у напрямку Північ – Південь.

Перевезення вантажів між Китаєм та країнами ЄС у залізничному сполученні у 2025 році охоплюють дедалі більшу кількість європейських країн, створюючи умови для інтеграції українських маршрутів у єдину систему. Інтеграція України до ЄС відкриє доступ до фінансових ресурсів для оновлення та розвитку транспортної інфраструктури, що сприятиме підвищенню конкурентоспроможності регіону на глобальному ринку. Успішне поєднання моделювання транспортних потоків із практичною реалізацією інфраструктурних проєктів забезпечить Україні провідну роль у системі міжнародних контейнерних перевезень.

Таким чином, перспективи розвитку міжнародних контейнерних перевезень територією України є обнадійливими, однак потребують скоординованих дій держави, бізнесу та міжнародних партнерів.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

Василенко Т. Ф., керівник доц. Малашкін В. В.

Український державний університет науки і технологій

Проектування нових або реконструкція існуючих залізничних станцій є складним багатофакторним процесом, який потребує дотримання низки обов'язкових вимог. Серед основних – забезпечення безпеки руху поїздів, необхідної пропускної та переробної спроможності роздільних пунктів, технологічності, а також економічної доцільності прийнятих рішень. Для досягнення поставлених цілей проєктувальник повинен розробити декілька альтернативних варіантів схем колійного розвитку станції, виконати значну кількість розрахунків та здійснити порівняльну оцінку отриманих результатів за технічними, експлуатаційними й економічними показниками.

На практиці цей процес часто ускладнюється великим обсягом ручної роботи, необхідністю багаторазового перерахунку параметрів та залежністю кінцевого рішення від суб'єктивного досвіду інженера. Як наслідок, навіть обґрунтоване з технічної точки зору рішення не завжди є оптимальним з позиції експлуатаційної ефективності.

У зв'язку з цим актуальною є розробка спеціального програмного інструменту для комплексного аналізу та техніко-економічної оцінки схем колійного розвитку залізничних станцій. Науковцями УДУНТ ННІ «ДІІТ» створено програмний комплекс, який значно полегшує роботу проєктувальника, підвищує точність розрахунків і дозволяє в автоматизованому режимі отримати об'єктивні результати для порівняння варіантів.

До складу програмного комплексу входять такі модулі:

- графічний модуль введення схеми станції у середовищі AutoCad;
- модуль формування геометричної моделі станції та розрахунку координат основних точок – стрілок, тупиків, кутів повороту;
- модуль аналізу та оцінки схем колійного розвитку;
- ергатична модель станції, що забезпечує моделювання роботи з урахуванням участі диспетчера;

- модуль розрахунку приведених витрат, який дозволяє виконати техніко-економічне порівняння варіантів.

Ергатична модель передбачає інтерактивну участь диспетчера у процесі моделювання, що дає змогу врахувати людський фактор під час оцінки функціонування станції. Це підвищує достовірність результатів і точність прогнозування експлуатаційних параметрів. Геометрична модель станції використовується для визначення конструктивних параметрів (довжини колій, кількість стрілок, відстані між ними) та експлуатаційних характеристик – пропускної здатності, коефіцієнта криволінійності маршрутів, часу затримок тощо.

На підставі отриманих даних виконується розрахунок приведених витрат для кожного варіанта, що дозволяє визначити найбільш перспективне та економічно ефективне рішення.

Запропонований програмний комплекс істотно підвищує якість та швидкість проектування, розширює діапазон аналізованих варіантів, забезпечує об'єктивність техніко-економічних порівнянь і може бути покладений в основу сучасної системи підтримки прийняття проектних рішень у сфері залізничного транспорту.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНЗИТНИХ ПОЇЗДІВ НА СОРТУВАЛЬНИХ СТАНЦІЯХ

Малько Д. А., керівник доц. Малашкін В. В.

Український державний університет науки і технологій

До транзитних відносяться поїзди, які проходять станцію без переробки (без зміни состава) або з частковою переробкою (у зв'язку зі зміною маси і довжини поїзда, обміном груп вагонів), прискорені вантажні поїзди для перевезення швидкопсувних вантажів, а також контейнерні та контрейлерні поїзди. Кожна категорія транзитних поїздів відрізняється одна від одної набором технологічних операцій, що виконуються з ними. Робота з транзитними поїздами на технічних станціях мережі складає близько 50% від загального обсягу поїздопотоків.

В середньому час знаходження поїздів на станціях коливається від 1,5 до 2,3 год. З транзитними поїздами на станціях виконується операції по технічному огляду вагонів, та локомотивів, а при необхідності ремонт. При технічному огляді состава виявляються вагони, які потребують відчіпного ремонту, а також технічні несправності, які можуть бути усунені без відчеплення вагонів від состава за час стоянки поїзда по графіку. Час обслуговування, та ремонту вагонів коливається від 20 до 60 хвилин, це залежить від характеру несправності та кількості вагонів в складі поїзда, які потребують ремонту.

Технічне обслуговування локомотивів ТО-2 здійснюється бригадою слюсарів. Перелік та об'єм робіт встановлені правилами обслуговування. Для виконання ТО-2 створюються окремі підрозділи – пункти технічного обслуговування локомотивів (далі - ПТОЛ). Пункти технічного обслуговування локомотивів розміщуються на території основного або оборотного депо. Також на станціях проводять екіпірування локомотивів. Тривалість виконання операцій з технічного огляду локомотивів та вагонів нормується, та встановлюється технологічним процесом роботи депо. Але в реальних умовах суворо дотримуватися норм часу майже не можливо, тому що має місце вплив багатьох факторів, які мають випадковий характер. Час технічного обслуговування локомотивів коливається в межах від 45 до 165 хвилин.

На станціях, де виконується ТО та екіпірування локомотивів використовують різні методи: обслуговування на приймально-відправних коліях, на пунктах ПТОЛ в горловинах або на території локомотивного господарства. Від цього залежать показники використання рухомого складу – вагонів і локомотивів.

Технічне обслуговування локомотивів є основною причиною збільшення часу простою транзитних поїздів на станціях. Проаналізувавши вплив тривалості обслуговування локомотивів на час знаходження поїздів на станції можна зробити висновок, про необхідність розробки такого технологічного процесу, при якому простій на технічних станціях зменшиться. При цьому необхідно враховувати економічну рентабельність впровадження такого технологічного процесу.

Так як процес обслуговування транзитного поїзда являє собою складну систему, цільова функція та критерій ефективності якої залежить від багатьох факторів, їх математичний опис в аналітичному вигляді неможливий. Тому для дослідження і оптимізації процесів обслуговування транзитних поїздів доцільно створити імітаційну модель роботи транзитного парку сортувальної станції на ЕОМ, в якій було б можливо врахувати велику кількість факторів.

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ЗАЛІЗНИЧНИХ СТАНЦІЙ

Петренко Д. А., керівник доц. Малашкін В. В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні ринкові умови висувають підвищені вимоги до якості функціонування залізничних станцій, що обумовлює необхідність удосконалення як їхнього технічного оснащення, так і технологічних процесів роботи. Водночас виникає складність у достовірній кількісній оцінці ефективності запланованих заходів. Одним із найбільш результативних засобів аналізу таких показників є імітаційне моделювання станційних процесів на електронно-обчислювальних машинах (ЕОМ). За допомогою моделі станції або її окремих підсистем можна отримати кількісні характеристики для кожного з можливих варіантів техніко-технологічних рішень.

У доповіді розглядається методика побудови функціональних імітаційних моделей залізничних станцій, що розроблена на кафедрі «Транспортні вузли» УДУНТ ННІ «ДПТ». На її основі створено функціональну модель парку прибуття великої сортувальної станції, яка дозволяє досліджувати вплив різних варіантів технічного оснащення та технології роботи на її експлуатаційну надійність.

Під час побудови моделі парк прибуття станції розглядався як багатофазна, багатоканальна система масового обслуговування. Кожна фаза обслуговування відповідає певній операції технологічного процесу обробки поїздів, що виконуються частково послідовно, частково паралельно. Обслуговуючими каналами виступають виконавці різної спеціалізації — сигналісти, бригади ПТО, маневрові локомотиви, оператори СТЦ тощо. Технологічний процес було формалізовано у вигляді структурно-часової таблиці операцій, графічним представленням якої є сітьовий графік. Це дозволило моделювати процеси обробки поїздів з урахуванням черговості, взаємної залежності та тривалості операцій. Тривалість кожної операції та інтервали прибуття поїздів розглядалися як випадкові величини з відповідними законами розподілу.

Для забезпечення відповідності моделі реальним умовам роботи виконано комплексне дослідження парку прибуття великої сортувальної станції. На основі отриманих даних про параметри вхідного потоку поїздів і тривалості операцій проведено ідентифікацію моделі та оцінку її адекватності.

Розроблена модель була використана для оптимізації технічного оснащення та технології роботи підсистеми розформування станції. Під час моделювання розглядалися різні варіанти кількості маневрових локомотивів, колій, бригад ПТО, а також різна інтенсивність вхідного потоку. У результаті серії експериментів визначено експлуатаційні показники та витрати для кожного варіанта, що дозволило встановити найефективніше рішення за критерієм мінімуму приведених річних витрат.

Проведена апробація підтвердила високу ефективність запропонованої методики та її практичну цінність для оцінки і вибору оптимальних техніко-технологічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи залізничних станцій.

ПРОБЛЕМАТИКА ДЕФІЦИТУ ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ В УКРАЇНІ

Сушко С.В., керівник доц. Назаров О.А.

Український державний університет науки і технологій

Тяговий рухомий склад фактично є м'язами залізниці, без яких неможливий рух вагонів. Саме тяговий рухомий склад забезпечує як перевезення вагонів між станціями, так і маневрову роботу з вагонами в межах самої станції та на під'їзних коліях. Проте, очевидним є той факт, що рухомий склад, як і будь-який ресурс, має свої обмеження – в першу чергу обмеженою є кількість локомотивів на мережі залізниць.

Ще у 2021 році на мережі залізниць України відчувався дефіцит локомотивів, який співпав з початком пікового сезону перевезень [1]. Зазначена ситуація призвела до збільшення простою вагонів, що в свою чергу не задовольняло вантажовідправників і вантажоодержувачів, та призвело до перебоїв в їх господарській діяльності. Наприклад, у листопаді 2021 року, майже зупинилося на кілька діб виробництво підприємств потужної промислово-будівельної групи [2].

Проблематику нестачі локомотивів на мережі Укрзалізниці можна розглядати в двох аспектах: загальна нестача парку локомотивів; неналежний технічний стан більшості наявних локомотивів.

Так, згідно з [2], забезпеченість робочого парку локомотивів складала станом на 2019 рік 66% магістральних електровозів, 40% магістральних тепловозів та 62% маневрових тепловозів. Така ситуація виникла у зв'язку з відсутністю можливості здійснення ремонтів тягового рухомого складу. Ізюмський тепловозоремонтний завод було визнано банкрутом, а Дніпропетровський тепловозоремонтний завод не впорався з виконанням планових завдань.

Також проблемною є закупівля необхідної номенклатури та кількості запасних частин до тягового рухомого складу і плинність кадрів як на ремонтних заводах, так і в локомотивних депо [2]. Щодо дефіциту саме локомотивів, то на думку технічного директора Української локомотивобудівної компанії фактичний дефіцит локомотивів на мережі Укрзалізниці складає 100-200 одиниць [3].

Варто відзначити, що Укрзалізниця намагається закупити додаткові локомотиви за кордоном. Проте, їх кількість є дуже обмеженою. Водночас поширеною є думка про те, що Укрзалізниця має відмовитись від закупівлі локомотивів за кордоном, а натомість має розвивати локомотивобудівні спроможності в Україні [4]. Наведене пояснюється і тим, що залізниці України мають специфічні вимоги до локомотивів (відмінні габарити рухомого складу, здатність працювати в кліматичних умовах України, спроможність працювати за існуючої контактної підвіски).

Розглянемо заходи, які можна запропонувати з метою усунення дефіциту тягового рухомого складу на мережі залізниць України.

Перш за все, варто розуміти, що дефіцит тягового рухомого складу на мережі Укрзалізниці є доволі глибоким та складним явищем. З урахуванням наведеного, усунення дефіциту локомотивів на залізницях України вимагатиме значних капіталовкладень та доволі тривалого часу. Проте, якщо цим питанням не займатись, то в подальшому, ситуація може лише погіршитись і це призведе до зменшення конкурентоздатності залізничного транспорту у порівнянні з іншими видами транспорту в Україні.

Найбільш простим способом усунення дефіциту локомотивів на мережі залізниць України є закупівля значної кількості локомотивів за кордоном. Проте, наведений спосіб може не призвести до усунення першопричин дефіциту тягового рухомого складу.

Так, по-перше, можуть виникнути проблеми з ремонтом закуплених локомотивів на території України. По-друге, іноземні локомотиви будуються для відповідних іноземних залізниць, а отже можуть бути відносно слабо пристосованими до реалій роботи на мережі залізниць України. Це може призвести до того, що тимчасово Україні вдасться виправити наявний дефіцит тягового рухомого складу. Однак, це може призвести до виникнення інших проблемних аспектів стосовно забезпечення залізничних перевезень тяговим рухомим складом.

Найбільш доцільним на думку автора способом усунення дефіциту тягового рухомого складу на мережі залізниць України є надання приватним операторам тягового рухомого складу можливості доступу до ринку перевезень вантажів та пасажирів на мережі Укрзалізниці.

Варто відзначити, що запуск ринку приватної тяги не є новою ідеєю для залізниць України. В тому чи іншому форматі доступ незалежних операторів тягового рухомого складу до ринку залізничних перевезень обговорюється доволі давно.

Об'єктивно, відкриття ринку приватної тяги на мережі залізниць України має свої проблемні моменти як суто технічного або-ж організаційного-економічного характеру [5], так і юридичного характеру [6].

Разом з тим, саме впровадження ринку приватної тяги та належне законодавче врегулювання його дозволить мотивувати операторів приватних локомотивів оновлювати та підтримувати у належному технічному стані тяговий рухомий склад, а також задовольняти потреби як вантажовідправників, так і самої залізниці.

До того ж дозвіл приватним компаніям надавати послуги із забезпечення тягового обслуговування перевезень пасажирів або вантажів не позбавляє можливості АТ «Укрзалізниця» оновлювати власний інвентарний парк локомотивів та брати участь у ринку тягових послуг, пропонуючи власні локомотиви на рівних умовах з приватними компаніями.

Узагальнюючи вищенаведене, можна дійти до висновку про те, що на мережі залізниць України наявний доволі значний дефіцит робочих локомотивів. Найкращим способом подолання такого дефіциту є надання можливості приватним компаніям забезпечувати перевезення власними локомотивами.

Список використаної літератури:

1. Копилов М. Дефіцит локомотивів – як розвиватиметься ситуація. RAIL.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/deficyt-lokomotyviv-yak-rozvyvatymetsya-sytuacziya>.
2. Копилов М. Як подолати дефіцит локомотивів. RAIL.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/yak-podolaty-deficyt-lokomotyviv>.
3. Фактичний дефіцит локомотивів в Україні становить 100-200 одиниць, — експерт. RAIL.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/faktychnyj-deficyt-lokomotyviv-v-ukra>.
4. УЗ необхідно відмовитися від закупівлі іноземних локомотивів, – експерт. RAIL.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/uz-neobhidno-vidmovytysya-vid-zakupi>.
5. Козаченко, Д. М. Проблеми доступу до магістральної інфраструктури залізничного транспорту незалежних перевізників / Д. М. Козаченко, М. І. Березовий, Р. В. Вернигора // Локомотив-інформ. – 2016. – № 3-4. – С. 62–64.

6. Копилов М. Дар'я Січка: Для впровадження приватної тяги потрібний закон. RAIL.insider. URL: <https://www.railinsider.com.ua/darya-sichkar-dlya-vprovadzhennya-pryvatnoyi-tyagy-potribnyj-zakon>.

РОЗПОДІЛ МАНЕВРОВИХ ЛОКОМОТИВІВ МІЖ СТАНЦІЯМИ НА ДИРЕКЦІЇ АБО У ЗАЛІЗНИЧНОМУ ВУЗЛІ

**Сушко С.В., Хаустов А. В., керівник доц. Назаров О. А.
Український державний університет науки і технологій**

Раціональний розподіл маневрових локомотивів між станціями дирекції або в межах залізничного вузла є одним із ключових завдань оперативного планування роботи залізниць. Від правильності такого розподілу залежить ефективність виконання маневрових операцій, ритмічність руху поїздів, швидкість обробки вагонопотоків та загальний рівень використання рухомого складу.

Маневрові локомотиви виконують широкий спектр завдань – подавання і прибирання вагонів до вантажних фронтів, формування та розформування составів, перестановку вагонів між парками станції. В умовах дирекції, де до складу входять станції різного типу (сортувальні, дільничні, вантажні, проміжні), потреба у маневрових локомотивах істотно відрізняється. Одні станції мають високу інтенсивність вагонопотоків і вимагають постійної наявності кількох локомотивів, інші ж потребують їх лише періодично.

Найважливішим завданням є визначення кількості локомотивів, необхідних на кожній станції, та вибір їх оптимального базування. Це завдання має стохастичний характер, адже обсяг маневрових робіт змінюється протягом доби та залежить від часу прибуття поїздів, структури вантажопотоків, черговості виконання операцій. Для його вирішення застосовують методи математичного програмування та моделювання транспортних потоків.

Одним із поширених підходів є побудова моделі розподілу локомотивів у вигляді задачі лінійного або цілочислового програмування. Цільова функція в такій моделі полягає в мінімізації сумарних витрат на утримання й переміщення маневрових локомотивів. Змінними є кількість локомотивів, закріплених за кожною станцією, а також обсяги їх перерозподілу між пунктами у разі зміни потреби. До системи обмежень включають: мінімально допустиму кількість локомотивів для безперебійного виконання маневрових робіт, обмеження на пробіг, графік роботи локомотивних бригад, наявність пунктів технічного обслуговування.

Задачу можна інтерпретувати як варіант транспортної задачі, де «постачальниками» виступають станції з надлишком локомотивів, а «споживачами» – станції з їх дефіцитом. Рішення такої задачі дає змогу мінімізувати витрати на перегін локомотивів, враховуючи реальні часові інтервали та пропускну здатність міжстанційних перегонів. У складних вузлах із кількома великими станціями часто застосовується метод мережевого планування, який дозволяє моделювати черговість виконання маневрових операцій у часі та знаходити можливі «вузькі місця».

Для підвищення точності розрахунків усе частіше використовуються модифіковані алгоритми, подібні до методу гілок та меж, що дають змогу отримувати оптимальний або наближений розподіл локомотивів при значній кількості станцій. Цей метод полягає в послідовному розгалуженні множини можливих варіантів розподілу та поступовому відсіканні неефективних рішень за оціночними межами. У результаті визначається така комбінація базування локомотивів, за якої сумарні витрати часу на маневрові операції та простої будуть мінімальними.

Окрему увагу приділяють динамічному перерозподілу маневрового парку. На практиці обсяги робіт змінюються протягом доби, тому частина локомотивів може

тимчасово переміщуватися між станціями залежно від графіка прибуття поїздів або навантажувальних операцій. Для цього використовуються алгоритми оперативного диспетчерського управління, які аналізують реальні дані в режимі реального часу.

Важливим аспектом є оцінка ефективності використання локомотивів. Основними показниками виступають коефіцієнт технічної готовності, коефіцієнт змінного використання, середня тривалість маневрових циклів і питомі витрати палива або електроенергії. За цими показниками визначається рівень завантаження кожного локомотива і доцільність його базування на певній станції.

Не менш важливо враховувати фактори інфраструктури – наявність під'їзних колій, довжину станційних парків, кількість стрілочних переводів, технічний стан колійного господарства. Вони безпосередньо впливають на тривалість маневрових циклів і можливість одночасного виконання кількох операцій. Наприклад, у великих вузлах доцільно формувати спеціалізовані зони обслуговування з окремими локомотивами для різних парків, тоді як у невеликих станціях ефективнішим може бути використання одного маневрового локомотива з гнучким графіком.

Впровадження сучасних цифрових технологій, зокрема систем моніторингу GPS та аналітики даних, дозволяє автоматизувати процес планування розподілу локомотивів. Такі системи враховують не лише технічний стан і місцезнаходження локомотива, але й прогнозовані обсяги роботи на станціях. Це дає змогу формувати адаптивні графіки роботи та оперативно реагувати на зміну ситуації.

Економічна ефективність від оптимізації розподілу маневрових локомотивів проявляється у скороченні простоїв вагонів, зниженні непродуктивних пробігів, зменшенні витрат палива, підвищенні коефіцієнта використання локомотивів і зменшенні потреби в резервному парку. За даними окремих досліджень, впровадження математичних методів оптимізації може скоротити загальні витрати на маневрову роботу до 15 %.

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ І ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ НОВОГО ПРОДОВОЛЬЧОГО СКЛАДУ

Віхров А. В., керівник доц. Назаров О. А.

Український державний університет науки і технологій

Раціональне проектування та організація роботи нового продовольчого складу є важливою умовою забезпечення ефективного функціонування логістичної системи підприємства, що займається обігом продуктів харчування. У сучасних умовах ринку головною метою створення нового складу є забезпечення безперервності товаропотоків, зниження логістичних витрат, дотримання санітарних вимог і збереження якості продукції при зберіганні та відвантаженні.

Проектування продовольчого складу починається з аналізу номенклатури товарів, обсягів обігу та характеристик продукції. Продовольчі товари поділяються на групи за умовами зберігання – сухі, охолоджені, заморожені. Відповідно до цього формується структура складу: холодильні камери, морозильні відсіки, зони сухого зберігання, буферні приміщення. Визначення площ і обсягів кожної зони здійснюється на основі розрахунку добового вантажообігу, термінів зберігання, частоти постачань і коефіцієнтів використання площі.

Ключовим завданням є визначення раціональних параметрів складу.

До таких параметрів належать:

– загальна площа та об'єм складу, що залежать від обсягів обігу та середніх запасів продукції;

- кількість вантажно-розвантажувальних рамп, необхідних для одночасного обслуговування запланованої кількості транспортних засобів;
- висота зберігання продукції, що визначається типом стелажного обладнання та характеристиками тари;
- параметри зон комплектування та відвантаження, які впливають на швидкість обробки замовлень;
- пропускна спроможність складу, яку визначають як добовий або годинний обсяг продукції, що може бути прийнятий і відвантажений без перевантаження системи.

Розрахунок площі проводять за такою формулою:

$$S = (Q \times t) / (\rho \times k),$$

де Q – середній добовий вантажообіг, т;

t – середній термін зберігання, дб;

ρ – щільність укладки, т/м²;

k – коефіцієнт використання площі (для продовольчих складів зазвичай 0,5–0,7).

Важливим етапом є вибір місця розташування складу. Локація повинна забезпечувати мінімальні транспортні витрати на доставку товарів до торгових точок і отримання постачань від виробників. Для цього застосовують методи логістичного моделювання, зокрема аналіз центрів тяжіння вантажопотоків. У великих міських агломераціях перевагу надають розташуванню поблизу транспортних розв'язок або магістралей, що дозволяє оптимізувати час доставки.

Внутрішнє планування складу повинно забезпечувати логічну послідовність руху товару – від зони приймання через зону зберігання до зони комплектації та відвантаження. Для цього розробляється технологічна схема вантажопотоків, яка мінімізує зустрічні та перехресні маршрути руху персоналу й техніки. Оптимізація розміщення зон здійснюється на основі аналізу частоти звернень до товарних позицій: товари з високою оборотністю розміщуються ближче до рамп відвантаження.

Сучасна організація роботи продовольчого складу неможлива без автоматизації процесів. Використання систем управління складом (WMS) забезпечує облік усіх товарних партій, контроль термінів придатності, оптимізацію маршрутів комплектування, планування черговості операцій та скорочення часу інвентаризації. Автоматичне ідентифікування товарів за допомогою штрих-кодів або RFID-міток підвищує точність виконання операцій і зменшує кількість помилок.

Для забезпечення стабільності температурних режимів застосовуються холодильні системи з енергозберігаючими технологіями – використання рекуперації холоду, регулювання навантаження компресорів залежно від заповнення камер. У зонах зберігання швидкопсувних продуктів впроваджуються системи моніторингу температури в режимі реального часу, які автоматично сигналізують про відхилення від заданих параметрів.

Важливою складовою ефективної організації роботи складу є оптимізація внутрішньої логістики. Для переміщення вантажів застосовують електронавантажувачі, штабелери, конвеєри, автоматизовані візки. При цьому плануються маршрути руху техніки з урахуванням мінімізації порожніх пробігів. У сучасних складських комплексах дедалі ширше використовують роботизовані системи подачі товарів та технології Pick-by-Light або Pick-by-Voice для підвищення продуктивності працівників.

Організація роботи складу передбачає складання добового графіка виконання операцій, що враховує розклад постачань і відвантажень. Важливо дотримуватися ритмічності обробки замовлень, уникати перевантаження зон приймання або відвантаження в пікові періоди. Для цього використовується система попереднього бронювання часових вікон для прибуття транспорту.

Рациональна організація праці персоналу передбачає чіткий розподіл функцій між працівниками, використання змінного режиму роботи, навчання правилам гігієни та техніки безпеки. Для підвищення продуктивності праці доцільно застосовувати мотиваційні системи, засновані на кількісних показниках оброблених замовлень.

Ефективність роботи складу оцінюється за такими показниками: коефіцієнт використання площі, продуктивність праці персоналу, середня тривалість обробки замовлення, втрати від псування товарів, енерговитрати на одиницю продукції. Для моніторингу цих показників створюється аналітична панель управління, що дозволяє керівництву своєчасно приймати рішення про коригування процесів.

Економічна доцільність створення нового складу визначається шляхом порівняння капітальних та експлуатаційних витрат з очікуваними вигодами – зниженням транспортних витрат, зменшенням простоїв транспорту, скороченням втрат від псування продукції, підвищенням швидкості виконання замовлень. Оцінку проводять за показниками чистого приведеного доходу, періоду окупності та рентабельності інвестицій.

Отже, визначення раціональних параметрів і організація роботи нового продовольчого складу є комплексним завданням, яке поєднує технічні, логістичні, економічні та технологічні аспекти. Оптимальне проектування складу на основі математичного моделювання вантажопотоків, впровадження сучасних систем автоматизації та енергоефективних рішень дозволяє досягти високої ефективності функціонування логістичного комплексу, забезпечити якість і безпечність харчових продуктів, а також створити основу для подальшого розвитку підприємства в умовах конкурентного ринку.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

Діброва М. В., керівник доц. Назаров О. А.

Український державний університет науки і технологій

Оптимізація перевезення продукції підприємства автомобільним транспортом є одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності логістичної діяльності, оскільки саме транспортна складова формує значну частку загальних витрат підприємства. Ефективна система перевезень дозволяє скоротити витрати палива, зменшити час доставки, забезпечити стабільність постачань і підвищити рівень обслуговування споживачів.

Процес оптимізації передбачає системний підхід до управління транспортними потоками, вибору маршрутів, типів транспортних засобів, планування графіків руху та організації зворотних рейсів. Мета полягає у досягненні мінімальних витрат при гарантованому дотриманні термінів постачання й умов збереження продукції.

Першим етапом є аналіз транспортних потреб підприємства. Визначаються обсяги продукції, що підлягають перевезенню, географія клієнтів, частота доставок, сезонність попиту, умови транспортування. На основі цих даних формуються вимоги до парку транспортних засобів: вантажопідйомність, об'єм кузова, тип кузова (рефрижератор, тентовий, ізотермічний), а також технічні характеристики, які впливають на економічність експлуатації.

Рациональне планування маршрутів є центральним елементом процесу оптимізації. Для цього застосовують математичні методи розв'язання задачі комівояжера та задачі маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem, VRP). Метою є мінімізація сумарного пробігу при забезпеченні відвідування всіх пунктів доставки. Розв'язання здійснюється за допомогою алгоритмів евристичного та

комбінованого типу – методу гілок та меж, генетичних алгоритмів, алгоритму найближчого сусіда, табу-пошуку чи модифікованих методів кластеризації клієнтів.

При побудові маршрутів враховуються такі фактори:

- відстані між пунктами доставки;
- допустимий час перебування вантажу в дорозі;
- обмеження по масі й об'єму вантажу;
- технічний стан доріг і транспортних засобів;
- часові вікна для розвантаження у клієнтів;
- можливість зворотних завантажень для зниження порожніх пробігів.

Для продукції, що швидко псується або має особливі умови транспортування, оптимізація маршрутів поєднується з контролем температурного режиму. Це досягається застосуванням рефрижераторних автомобілів із системами моніторингу параметрів у режимі реального часу.

Одним із напрямів зниження витрат є раціональне використання транспортного парку. На практиці це передбачає розроблення графіків роботи автомобілів і водіїв, що мінімізують простої й забезпечують рівномірне завантаження протягом зміни або доби. Для цього використовують моделі транспортного балансування, які враховують не лише відстані, а й часові обмеження, черговість завантаження та розвантаження.

Важливе значення має планування зворотних рейсів. Замість повернення автомобіля порожнім, він може виконати транспортування продукції або сировини в зворотному напрямку. Це суттєво знижує витрати на паливо, скорочує непродуктивний пробіг і підвищує коефіцієнт використання пробігу. Оптимальне поєднання прямих і зворотних рейсів часто вирішується методами лінійного програмування.

Сучасні інформаційні технології значно розширюють можливості оптимізації. Системи TMS (Transport Management System) дозволяють автоматично розраховувати оптимальні маршрути з урахуванням реальних дорожніх умов, пробок, часу доставки та вантажопідйомності автомобілів. Інтеграція таких систем із GPS-моніторингом дає змогу в реальному часі контролювати місцезнаходження транспорту, відхилення від маршруту, швидкість руху та споживання палива.

Значний потенціал мають також алгоритми на основі штучного інтелекту, які аналізують історичні дані про перевезення, прогнозують майбутні потреби в доставці та формують адаптивні маршрути, що враховують сезонність і зміни попиту. Використання таких інструментів дозволяє автоматично оновлювати маршрути у випадку виникнення непередбачених ситуацій – заторів, поломок або змін у графіку постачання.

У контексті енергоефективності важливо оцінювати паливну економічність та екологічність автопарку. Використання автомобілів із сучасними двигунами, що відповідають екостандартам, або перехід на альтернативні види палива (газ, електроенергія) зменшує експлуатаційні витрати та викиди CO₂. Крім того, впровадження систем контролю стилю водіння сприяє економії палива до 10–15 %.

Важливою складовою оптимізації є економічне оцінювання варіантів перевезень. Витрати визначаються за такими компонентами: витрати на паливо, технічне обслуговування, амортизацію, оплату праці водіїв, простої, штрафи за запізнення, втрати від псування продукції. Математична модель мінімізації витрат часто має вигляд:

$$Z = \sum (C_i \times L_i) + \sum (P_i \times T_i) + \sum (M_i),$$

де C_i – витрати на кілометр пробігу i -го автомобіля,

L_i – довжина маршруту,

P_i – вартість простою,

T_i – час простою,

M_i – інші змінні витрати (обслуговування, ремонти).

Завдання оптимізації полягає у мінімізації функції Z при дотриманні обмежень по вантажопідйомності, часі доставки та кількості автомобілів.

Організаційно важливим є створення диспетчерського центру, який координує перевезення, веде моніторинг виконання маршрутів, аналізує показники ефективності. На основі даних диспетчерського обліку формується аналітика – коефіцієнт використання вантажопідйомності, середній пробіг на рейс, кількість порожніх кілометрів, ритмічність доставки.

Результатом оптимізації перевезень є скорочення витрат на транспортування, підвищення швидкості обслуговування клієнтів, покращення надійності доставки та зниження негативного впливу на довкілля. За статистичними оцінками, використання методів маршрутизації та автоматизованих систем управління транспортом може знизити логістичні витрати підприємства на 10–20 % без зменшення обсягів доставки.

ОРГАНІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Земляний Р. С., керівник доц. Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні умови функціонування транспортної галузі в Україні вимагають підвищення ефективності діяльності вантажних автомобільних підприємств, які забезпечують стабільне постачання товарів першої необхідності. Особливої актуальності набуває питання вдосконалення логістичної організації підприємств, що здійснюють доставку питної води у міських умовах, де щільність транспортних потоків, нерівномірність попиту та складність маршрутної мережі створюють додаткові труднощі для оперативного управління перевезеннями.

Метою дослідження є обґрунтування шляхів удосконалення логістичної діяльності вантажного автомобільного підприємства міста, що має парк із близько двадцяти автомобілів та спеціалізується на доставці бутильованої води до приватних споживачів і підприємств.

Організація роботи такого підприємства повинна базуватись на принципах системного планування перевізного процесу, оптимізації маршрутів та раціонального використання рухомого складу. Ключовими завданнями є забезпечення мінімальних витрат на паливо, зниження пробігу без вантажу, скорочення часу доставки, підвищення точності виконання заявок і стабільності сервісу.

Для досягнення цих цілей доцільно впровадити логістичну концепцію управління, яка включає комплексну координацію процесів замовлення, транспортування, зберігання та обліку води. На основі аналізу фактичних даних діяльності підприємства можна визначити низку проблем:

- відсутність централізованої системи планування маршрутів, через що частина автомобілів проходить зайві кілометри;
- неузгодженість між часом формування заявок клієнтів і початком розвізного рейсу;
- недостатнє використання GPS-систем для контролю пересування;
- сезонні коливання попиту, що призводять до нерівномірного завантаження транспорту;
- недосконалість обліку витрат на паливо та технічне обслуговування.

Одним із напрямів удосконалення є впровадження інформаційно-аналітичної системи, що дозволить автоматизувати процес формування маршрутів. Така система

має враховувати географічне розташування клієнтів, прогнозований обсяг замовлень, стан транспортних шляхів, час доставки та технічний стан автомобілів. Оптимізація може здійснюватися за алгоритмами транспортної задачі або методом «найближчого сусіда» з подальшою корекцією у реальному часі.

Важливим аспектом є впровадження супутникового моніторингу (GPS). Це дозволить у режимі онлайн відстежувати рух автомобілів, оперативно реагувати на затримки, контролювати швидкісний режим і простої. Зібрані дані можуть використовуватись для формування статистичних звітів і подальшого вдосконалення маршрутних карт. Практика доводить, що впровадження систем моніторингу здатне зменшити витрати на паливо до 15–20 % за рахунок усунення нецільових поїздок та покращення дисципліни водіїв.

Окрему увагу слід приділити технічному стану рухомого складу. Для підприємства з двадцяти автомобілів доцільно сформувати гнучкий графік технічного обслуговування, орієнтований на пробіг і навантаження. Введення системи попереджувального обслуговування дозволить уникнути простоїв через несправності, що особливо важливо у літній період, коли попит на воду зростає.

З точки зору логістики запасів, ефективність діяльності залежить і від рівня організації складування. Зменшення часу простою під завантаження досягається завдяки попередньому комплектуванню замовлень та чіткому плануванню графіків відвантаження. Важливо забезпечити синхронізацію між складом і транспортним відділом, щоб водій отримував готовий до відправлення вантаж у визначений час без очікування.

Економічна ефективність удосконалення логістичних процесів оцінюється за показниками собівартості перевезень, рівня використання пробігу, продуктивності автомобілів і трудомісткості процесів управління. За результатами впровадження логістичної системи прогнозується зниження собівартості доставки на 10–12 %, підвищення рівня використання парку до 85–90 % і скорочення середньої тривалості рейсу на 15–20 %.

Не менш важливим напрямом є екологічний аспект діяльності. Доставка води передбачає значну кількість щоденних поїздок у межах міста, тому доцільно розглянути варіанти оновлення автопарку з поступовим переходом на малотоннажні автомобілі з газовими або електричними двигунами. Це зменшить рівень шкідливих викидів і відповідатиме сучасним тенденціям екологічної логістики.

Також варто звернути увагу на цифровізацію процесів взаємодії з клієнтами. Створення онлайн-платформи або мобільного застосунку для прийому замовлень, відстеження статусу доставки та оплати послуг дасть змогу зменшити адміністративне навантаження й підвищити лояльність споживачів. Це сприятиме формуванню стабільного клієнтського потоку, що позитивно вплине на планування рейсів і забезпечить рівномірне завантаження автопарку.

У рамках загальної логістичної стратегії підприємству варто впровадити систему показників ефективності (KPI), серед яких:

- частка пробігу без вантажу;
- коефіцієнт використання вантажопідйомності;
- середня кількість доставок за рейс;
- витрати пального на 100 км пробігу;
- час від отримання замовлення до його виконання.

Регулярний моніторинг цих показників забезпечить прозору оцінку результатів і стане основою для подальшої оптимізації.

ОПТИМІЗАЦІЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТОРГОВОЇ МЕРЕЖІ

Пряхін А. О., керівник доц. Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій

Проблема підвищення ефективності логістичного обслуговування торгової мережі є однією з ключових у сучасній економіці. В умовах зростання обсягів роздрібної торгівлі, розширення географії торгових точок і ускладнення транспортних потоків актуальним постає питання оптимізації маршрутів доставки товарів між структурними елементами мережі. Одним із найефективніших інструментів для цього є використання методів вирішення задачі комівояжера, яка дозволяє знаходити найкоротший або найвигідніший шлях для обслуговування певного набору пунктів із поверненням до початкової точки.

Метою даного дослідження є аналіз можливостей застосування математичних моделей і алгоритмів задачі комівояжера для оптимізації процесу обслуговування структурних елементів торгової мережі, а також обґрунтування практичних шляхів їх реалізації у діяльності підприємств торгівлі.

Торговельна мережа зазвичай включає центральний або регіональний склад, транспортний підрозділ та групу торгових точок, які регулярно отримують поставки товарів. Завдання логістичного планування полягає в тому, щоб визначити найраціональніші маршрути руху транспортних засобів для мінімізації загальної довжини шляху, витрат пального та часу доставки при одночасному забезпеченні заданих обмежень за місткістю автомобілів і часовими вікнами обслуговування.

Класична задача комівояжера передбачає пошук найкоротшого маршруту, що проходить через кожен пункт рівно один раз. Проте у випадку торговельних мереж реальні умови значно складніші: кількість торгових точок може досягати десятків або сотень, частина з них має різні часові обмеження на прийом товару, а транспорт має обмежену вантажопідйомність. Тому в практичній логістиці застосовується узагальнена форма – задача маршрутизації транспортних засобів (Vehicle Routing Problem, VRP), яка розв’язується на основі принципів задачі комівояжера.

Для вирішення цієї задачі можуть застосовуватись різні алгоритмічні підходи. Найпростішим є метод повного перебору, який гарантує оптимальний результат, але є непридатним для великої кількості пунктів через експоненційне зростання кількості варіантів. Тому в умовах торговельних систем використовуються евристичні та метаевристичні методи, які забезпечують квазіоптимальні рішення за прийнятний час.

До найпоширеніших евристичних методів належать:

- метод найближчого сусіда, коли наступним пунктом вибирається той, що має мінімальну відстань від поточного;
- метод вставки, який поступово формує маршрут, додаючи нові пункти в оптимальні позиції;
- метод найменших витрат, де вибір наступного напрямку здійснюється за мінімальними транспортними витратами, а не лише відстанню.

Для великих торговельних мереж із десятками точок ефективними є метаевристичні алгоритми, що базуються на природних чи еволюційних принципах. Серед них особливе значення мають:

- генетичні алгоритми, які використовують ідеї природного відбору та кросингверу для поступового покращення набору маршрутів;
- алгоритм мурашиної колонії, заснований на імітації поведінки мурах, що знаходять найкоротший шлях між джерелом і пунктом призначення;

– алгоритм імітації відпалу, який імітує процес поступового охолодження металу та дозволяє уникати локальних мінімумів;

– табу-пошук, що застосовує механізм запам'ятовування неефективних рішень для запобігання повторенню вже перевірених варіантів.

Практичне впровадження цих методів у діяльність торговельної мережі потребує використання спеціалізованого програмного забезпечення. Серед найвідоміших систем, орієнтованих на вирішення задач маршрутизації, можна назвати PTV Route Optimiser, OR-Tools від Google, OptimoRoute, Routific та інші. Ці системи дозволяють імпортувати географічні дані, визначати координати торгових точок, параметри транспорту й отримувати оптимальні або близькі до оптимальних маршрути.

Для торговельного підприємства, яке обслуговує кілька десятків магазинів у межах міста, впровадження алгоритмів задачі комівояжера може забезпечити відчутний економічний ефект. За результатами моделювання маршрутів із використанням мурашиного алгоритму та генетичних методів середнє скорочення довжини рейсів становить 10–25 %, що призводить до відповідного зменшення витрат на паливо, технічне обслуговування та оплату праці водіїв.

Крім зниження витрат, оптимізація маршрутів сприяє підвищенню рівня обслуговування торгових точок. Завдяки стабільному графіку доставки скорочується ризик дефіциту товарів на полицях і підвищується точність виконання замовлень. У результаті торговельна мережа отримує конкурентні переваги за рахунок надійності постачання й кращого управління запасами.

Застосування методів задачі комівояжера доцільно інтегрувати в єдину інформаційно-логістичну систему підприємства. Поєднання алгоритмів оптимізації з системами GPS-моніторингу та аналітичними модулями ERP або WMS дозволяє автоматизувати планування маршрутів у реальному часі, враховуючи зміни дорожньої ситуації чи нові замовлення. Такий підхід формує основу для створення адаптивної системи логістичного управління, що здатна самостійно реагувати на динаміку попиту.

Важливим аспектом є й коректне формулювання критеріїв оптимізації. Окрім мінімізації відстані, можуть враховуватись витрати палива, час виконання рейсу, рівень завантаження автомобіля та екологічні фактори. Наприклад, для мережі міських магазинів доцільно застосовувати багатокритеріальні моделі, де оптимальний маршрут визначається не лише за найкоротшою відстанню, а й за мінімальними викидами CO₂ чи найменшою кількістю зупинок у заторах.

Таким чином, використання методів вирішення задачі комівояжера є одним із найрезультативніших напрямів оптимізації обслуговування структурних елементів торгової мережі. Ці методи дозволяють комплексно скоротити транспортні витрати, підвищити ефективність використання автопарку, зменшити навантаження на персонал і забезпечити стабільність постачання товарів. Впровадження сучасних алгоритмічних рішень і цифрових систем маршрутизації перетворює традиційну логістику на інтелектуальний процес управління торговими потоками, що є необхідною умовою сталого розвитку сучасних мереж роздрібної торгівлі.

СПОРУДЖЕННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ ТРАНЗИТНОГО СКЛАДУ

Халяндра І. О., керівник доц. Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій

Сучасна логістика дедалі частіше базується на концепції безперервності товарних потоків, що передбачає мінімізацію часу зберігання продукції та забезпечення її швидкого проходження від виробника до кінцевого споживача. У цьому контексті

важливе місце займає транзитний склад – елемент логістичної системи, призначений для короткочасного приймання, сортування, консолідації й подальшого відправлення товарів без тривалого складування. Правильне проектування, спорудження та організація роботи такого складу дозволяє суттєво зменшити логістичні витрати, скоротити час доставки та підвищити ефективність усієї дистрибуційної мережі.

Метою дослідження є визначення основних принципів спорудження й організації роботи транзитного складу, а також шляхів підвищення його ефективності на основі логістичного моделювання, автоматизації та раціональної організації матеріальних потоків.

Процес спорудження транзитного складу повинен базуватися на ретельному аналізі транспортно-географічного положення, структури товарних потоків і особливостей взаємодії з постачальниками та споживачами. Вибір місця розташування складу має вирішальне значення, адже від нього залежить час і вартість транспортування. Оптимальним є розміщення складу поблизу транспортних вузлів – автомобільних магістралей, залізничних станцій або промислових зон. Для оцінки варіантів розміщення може застосовуватись модель «центру ваги», яка дозволяє мінімізувати сумарні витрати на перевезення між складом і торговими пунктами.

Важливим етапом є проектування складу з урахуванням його функціонального призначення. Оскільки транзитний склад не передбачає тривалого зберігання продукції, його площа може бути меншою, ніж у традиційного дистрибуційного центру, проте технологічна структура повинна забезпечувати високу пропускну здатність. Основні зони мають включати приймання, сортування, комплектацію, крос-докінг (пряме перевантаження з автомобіля на автомобіль) та експедицію. Для досягнення максимальної ефективності бажано передбачити наскрізну схему руху товаропотоків, що мінімізує зустрічні потоки й простой.

Організація роботи транзитного складу потребує впровадження сучасних технологій автоматизації та контролю. Використання систем керування складом (Warehouse Management System, WMS) забезпечує оперативний облік товарів, відстеження вантажів у реальному часі, формування маршрутів навантаження й розвантаження, а також інтеграцію з транспортними та інформаційними модулями підприємства. Це дозволяє значно скоротити час обробки партій товарів і знизити ризик помилок під час сортування.

Одним із ключових принципів функціонування транзитного складу є технологія крос-докінгу, що передбачає мінімальне перебування товару на складі. Продукція, яка надходить від постачальників, одразу розподіляється за маршрутами відправлення до торгових точок або дистриб'юторів. У такій системі головну роль відіграє точна координація графіків прибуття та відправлення транспортних засобів. Для забезпечення безперервності потоку необхідно синхронізувати роботу складу з транспортним плануванням, використовуючи алгоритми задачі комівояжера або оптимізації маршрутів VRP, що дає можливість мінімізувати простой й витрати на перевезення.

Важливим аспектом ефективної роботи є планування потужності складу. Необхідно розрахувати кількість вантажних доків, площу приймально-відвантажувальних зон, кількість працівників і техніки для обслуговування прогнозованих обсягів потоків. Для цього використовуються методи імітаційного моделювання, які дозволяють оцінити продуктивність складу при різних сценаріях навантаження. Застосування таких моделей дає змогу виявити «вузькі місця» у логістичному процесі ще на етапі проектування.

Організація внутрішніх технологічних процесів має бути спрямована на скорочення часу обробки вантажу. Для цього застосовуються сучасні види підйомно-транспортного обладнання: конвеєрні системи, автоматизовані візки (AGV), сканери

штрих-кодів і RFID-технології для швидкої ідентифікації товарів. Такі рішення сприяють підвищенню точності операцій, зниженню трудомісткості та покращенню контролю за рухом матеріальних потоків.

Організаційна структура управління транзитним складом має бути адаптивною та багаторівневою. Основними функціональними підрозділами є логістичний відділ, диспетчерська служба, технічна підтримка, служба контролю якості й адміністративно-господарський персонал. Ефективна комунікація між цими підрозділами забезпечується за допомогою корпоративної інформаційної системи, що об'єднує процеси приймання, відвантаження, звітності та моніторингу.

Оцінювання ефективності роботи транзитного складу здійснюється за системою показників, які відображають рівень використання потужностей і швидкість проходження вантажів. Основними критеріями є:

- середній час перебування товару на складі;
- коефіцієнт завантаження доків;
- рівень точності відвантажень;
- частка помилок у сортуванні;
- витрати на одиницю обробленої продукції.

Регулярний моніторинг цих показників дозволяє оперативно виявляти недоліки в роботі й приймати рішення щодо корекції графіків або модернізації технологічних процесів.

Економічний ефект від упровадження транзитного складу полягає у скороченні логістичних витрат за рахунок зменшення часу зберігання, підвищення оборотності товарів і скорочення транспортних витрат. За результатами практичних розрахунків, впровадження системи крос-докінгу може знизити середній термін обробки вантажу на 60–70 %, а витрати на експлуатацію складу – на 15–20 %. Крім того, підприємство отримує змогу більш гнучко реагувати на зміни попиту та оперативно виконувати замовлення партнерів.

Важливо також враховувати екологічний аспект. Енергоефективність будівлі, використання світлодіодного освітлення, рекупераційних систем вентиляції та електротранспорту в межах складу сприяють не лише зниженню витрат, а й відповідності сучасним стандартам сталого розвитку.

Отже, спорудження та організація ефективної роботи транзитного складу – це багатокомпонентний процес, що поєднує елементи інженерного проектування, логістичного планування й цифрового управління. Комплексне впровадження сучасних технологій автоматизації, оптимізаційних алгоритмів маршрутів і системи моніторингу забезпечує стабільність роботи складу, мінімізацію логістичних витрат і високу швидкість товарообігу. Транзитний склад у сучасній логістичній системі виступає не лише проміжною ланкою між виробництвом і торгівлею, а й стратегічним елементом, що формує конкурентоспроможність підприємства на ринку транспортно-складських послуг.

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ СКЛАДСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Боровко В. С., керівник доц. Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій

Складська логістика є важливою ланкою загальної логістичної системи підприємства, оскільки забезпечує зберігання, переробку та підготовку матеріальних потоків до подальшого транспортування чи реалізації. Її ефективність безпосередньо впливає на собівартість продукції, швидкість обслуговування клієнтів і рівень конкурентоспроможності компанії. В умовах ринкової економіки, цифровізації та

зростання вимог до швидкості обробки замовлень удосконалення складської логістики стає одним із ключових напрямів підвищення ефективності діяльності підприємства.

Метою удосконалення системи складської логістики є зниження витрат на зберігання, оптимізація внутрішніх потоків матеріалів, підвищення рівня автоматизації та покращення точності обліку товарно-матеріальних цінностей. Реалізація цих завдань передбачає комплексний підхід, який охоплює як організаційні, так і технологічні аспекти.

Першим етапом удосконалення є аналіз існуючої складської системи. На цьому етапі оцінюються ключові показники: площа складу, коефіцієнт використання простору, середній час комплектації замовлення, рівень втрат від неправильного зберігання, ефективність роботи персоналу. На основі отриманих даних визначаються «вузькі місця» – надмірні запаси, нераціональне розміщення товарів, дублювання операцій або неефективна транспортна логістика всередині складу.

Одним із найважливіших напрямів модернізації є оптимізація планування складського простору. Для цього застосовуються методи математичного моделювання й аналізу потоків матеріалів. Зокрема, за допомогою ABC- та XYZ-аналізу визначається частота обігу товарів, що дає змогу розміщувати найпопулярніші позиції ближче до зони відвантаження. Такий підхід дозволяє скоротити внутрішньоскладські переміщення на 20–30 % і зменшити час комплектації замовлень.

Не менш важливим є впровадження автоматизованих систем управління складом (Warehouse Management System, WMS). Сучасні WMS дозволяють у реальному часі контролювати надходження, зберігання та відвантаження товарів, відстежувати місце розташування кожної одиниці продукції та формувати оптимальні маршрути руху персоналу або техніки. Впровадження таких систем не лише підвищує точність обліку, але й усуває людський фактор, що особливо важливо для великих підприємств із широким асортиментом продукції.

Одним із сучасних напрямів є використання штрихкодів технологій та RFID-систем. Завдяки цим інструментам автоматизується процес ідентифікації товарів, що значно прискорює операції приймання та відвантаження. У результаті підприємство отримує прозору систему обліку, скорочення помилок у документації та підвищення продуктивності працівників.

З технічного боку важливим елементом удосконалення є механізація та автоматизація вантажно-розвантажувальних робіт. Використання конвеєрних систем, штабелерів, автоматичних візків (AGV) і роботизованих маніпуляторів дозволяє зменшити витрати часу на обробку одиниці вантажу, забезпечити безперервність руху матеріальних потоків і підвищити рівень безпеки праці.

Для підвищення ефективності роботи складської системи доцільно застосовувати принципи бережливого виробництва (Lean Logistics). Цей підхід орієнтований на усунення втрат у процесах зберігання, транспортування й обліку. Основними видами втрат є надлишкові запаси, зайві переміщення, очікування та надмірна обробка інформації. Використання Lean-методології дозволяє оптимізувати розміщення зон, стандартизувати операції та впровадити візуальні системи контролю, такі як канбан.

Не менш важливим напрямом є інтеграція складської логістики з транспортною та виробничою. Оптимальне функціонування складу неможливе без синхронізації із графіками поставок і відвантажень. Удосконалення взаємодії між складом і транспортним підрозділом дозволяє зменшити час простою автомобілів, уникнути перевантажень та забезпечити рівномірність роботи. Для цього використовуються інформаційні системи класу TMS (Transportation Management System), які координують логістичні операції в єдиному цифровому середовищі.

Сучасні тенденції розвитку складської логістики передбачають впровадження концепції «розумного складу» (Smart Warehouse). Вона базується на використанні технологій Інтернету речей (IoT), систем машинного зору, сенсорів контролю мікроклімату та аналітики великих даних (Big Data). Така система здатна самостійно відстежувати рівень запасів, прогнозувати потреби у поповненні товарів і оптимізувати маршрути внутрішніх переміщень.

Окрему увагу слід приділити економічній оцінці ефективності впровадження інновацій. Удосконалення складської системи передбачає значні капітальні вкладення, тому доцільно проводити аналіз показників окупності інвестицій (ROI), загальних витрат володіння (ТСО) та економічного ефекту від скорочення часу простою й обсягів ручної праці.

У практичній площині результати удосконалення системи складської логістики можуть бути проілюстровані на прикладі середнього підприємства дистрибуційного типу, яке постачає продукцію торговим мережам міста. Впровадження WMS-системи, реорганізація складу за ABC-принципом і автоматизація вантажопотоків дозволили скоротити середній час комплектації замовлення з 45 до 28 хвилин, а точність відвантаження підвищити з 94 % до 99,2 %.

У результаті проведених заходів підприємство отримує низку конкурентних переваг: зменшення витрат на обробку товарів, підвищення продуктивності персоналу, зниження рівня запасів, прискорення оборотності ресурсів і покращення якості обслуговування клієнтів.

Підсумовуючи, можна зазначити, що удосконалення системи складської логістики є стратегічним завданням підприємства, яке прагне підвищити свою ефективність та стійкість у мінливому ринковому середовищі. Поєднання сучасних технологічних рішень, аналітичних підходів і принципів бережливого управління дозволяє створити гнучку, автоматизовану та адаптивну систему складування, що відповідає вимогам індустрії 4.0 та забезпечує стабільний розвиток логістичної діяльності.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ГІЛОК ТА МЕЖ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ КОМІВОЯЖЕРА

Стовбун В. Р., керівник доц. Сковрон І. Я.

Український державний університет науки і технологій

Задача комівояжера є однією з найвідоміших оптимізаційних задач комбінаторного типу, що має широке практичне застосування в транспортній логістиці, плануванні маршрутів доставки, оптимізації виробничих процесів та роботі інформаційних систем. Сутність задачі полягає у визначенні найкоротшого або найменш витратного маршруту, який дозволяє відвідати всі задані пункти лише один раз і повернутися до початкової точки. Незважаючи на просту постановку, задача належить до класу NP-складних, тому пошук ефективних методів її вирішення є актуальною науковою та прикладною проблемою.

Одним із найбільш поширених точних методів є метод гілок та меж, який поєднує систематичний перебір варіантів з елементами скорочення пошуку завдяки розрахунку меж (оцінок) вартості рішень. Його основна ідея полягає у послідовному поділі початкової задачі на підзадачі (гілки) і відсіканні тих із них, які гарантовано не можуть привести до кращого результату (межі). Таким чином, зменшується кількість варіантів, що підлягають безпосередньому розгляду, що забезпечує ефективніше використання обчислювальних ресурсів.

Проте базова реалізація методу має певні недоліки – високу обчислювальну складність у разі великої кількості пунктів ($n > 15$), значну залежність від якості

початкової оцінки та обмежену швидкість збіжності. Тому актуальним завданням є удосконалення методу гілок та меж, спрямоване на зниження обчислювальних витрат, підвищення точності та швидкості пошуку оптимального маршруту.

Один із напрямів удосконалення полягає у використанні евристичних оцінок меж. Традиційно для оцінки нижньої межі використовується метод зменшення матриці вартостей (cost matrix reduction), де з кожного рядка і стовпця віднімається мінімальний елемент. Проте цей підхід не завжди забезпечує достатню точність оцінки. Альтернативним рішенням є застосування мінімального остового дерева (MST) або оцінок на основі подвійних евристик, що враховують не лише локальні мінімальні вартості, а й можливі продовження маршруту. Такий підхід дозволяє зменшити кількість гілок, які підлягають розгляду, завдяки кращому прогнозуванню потенційних витрат.

Ще один важливий аспект – вибір черговості гілкування. У базовому алгоритмі гілки розглядаються послідовно або за принципом найменшої поточної оцінки. Проте ефективнішим є динамічний вибір підзадачі за критерієм потенційного покращення глобального рішення. Для цього застосовується підхід best-bound-first, який дозволяє спочатку досліджувати підзадачі з найкращими поточними оцінками межі. Це скорочує час до знаходження першого оптимального маршруту, що, своєю чергою, підсилює ефективність подальшого відсікання.

Важливим кроком у розвитку методу є попереднє скорочення простору пошуку шляхом застосування евристичних алгоритмів для знаходження початкового допустимого маршруту. Наприклад, можна використовувати алгоритм найближчого сусіда (Nearest Neighbor), алгоритм вставок або ж гібридні методи на основі жадібних стратегій. Отримане евристичне рішення задає верхню межу, яка дозволяє відсікти велику кількість підзадач уже на початковому етапі. Таким чином, комбінація евристичних і точних підходів формує гібридний метод гілок та меж, який поєднує швидкість евристик із точністю класичного методу.

Одним із напрямів удосконалення є використання симетрії та домінування. Якщо два підмаршрути мають однакові початкові та кінцеві пункти, але один із них має більшу вартість, то гілку з гіршим підмаршрутом можна відсікати без подальшого аналізу. Запровадження механізмів виявлення домінуючих структур значно зменшує кількість варіантів для розгляду.

Крім того, істотне підвищення ефективності забезпечує використання методів пам'яті, таких як таблиці прецедентів (memoization). Зберігання проміжних результатів обчислення дозволяє уникнути повторних розрахунків вартості підмаршрутів, що часто трапляються в задачах із перекриттям підзадач.

Сучасні дослідження спрямовані також на паралельну реалізацію методу гілок та меж. Поділ дерева пошуку на незалежні гілки дозволяє ефективно використовувати багатоядерні процесори або обчислювальні кластери. Завдяки цьому можна розв'язувати задачі комівояжера з кількістю пунктів до 40–50 у прийнятний час, що відкриває можливість практичного застосування для логістичних задач середнього масштабу, наприклад – планування маршрутів доставки товарів у мережі міських складів.

Перспективним напрямом удосконалення є адаптивне поєднання методу гілок та меж із метаевристиками – генетичними алгоритмами, мурашиними системами, імітацією відпалу тощо. У таких гібридних підходах метаевристика використовується для швидкого пошуку гарних початкових рішень і оновлення верхніх меж, тоді як метод гілок та меж забезпечує точну перевірку оптимальності. Це дозволяє досягти високої якості результатів навіть при великих розмірах задачі.

З практичної точки зору, удосконалений метод гілок та меж може бути ефективно застосований у транспортно-логістичних системах, зокрема для оптимізації розвозу продукції торговельними або промисловими підприємствами. Для прикладу, у міській мережі постачання води або продуктів харчування необхідно щоденно відвідувати десятки точок доставки. Використання класичного методу призводить до значних витрат часу на обчислення, тоді як застосування модифікованого алгоритму з адаптивним обмеженням і паралельною обробкою дозволяє отримати оптимальний маршрут у реальному часі.

У підсумку, удосконалення методу гілок та меж при вирішенні задачі комівояжера має стратегічне значення для підвищення ефективності сучасних систем управління логістикою. Поєднання класичних принципів оптимізації з новітніми евристичними, паралельними й аналітичними підходами дає змогу розв'язувати складні задачі за прийнятного часу, зберігаючи точність і надійність отриманих результатів. Це відкриває перспективи його застосування не лише в транспорті, а й у плануванні виробництва, обслуговуванні торгових мереж і системах розподілених обчислень.

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ ОБІГУ ПЕРВИННИХ ДОКУМЕНТІВ НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Матко О. О., керівник доц. Демченко Є. Б.

Український державний університет науки і технологій

Згідно з Законом України «Про автомобільний транспорт» одним з основоположних первинних документів є товарно-транспортна накладна (ТТН) – єдиний для всіх учасників комерційного транспортного процесу документ, призначений для обліку вантажів на шляху їх переміщення, розрахунків за перевезення та обліку виконаної роботи, що може використовуватися для списання товарно-матеріальних цінностей, оприбуткування, складського, оперативного та бухгалтерського обліку. У міжнародному сполученні використовується спеціальна форма вантажної накладної – *CMR*.

В сучасних умовах одним з ключових аспектів підвищення ефективності ланцюгів постачання є скорочення часу на обмін первинними документами, що дозволяє пришвидшити процеси планування перевезень, оприбуткування, списання та контролю за переміщенням матеріальних цінностей, а також прискорити взаєморозрахунки між контрагентами. Успішне вирішення вказаної задачі неможливо без переходу на електронний обмін накладними.

Цифровою версією паперової *CMR* є електронна міжнародна накладна, відома як *e-CMR*. Використання *e-CMR* може скоротити час обробки накладної з 10 днів до кількох годин. Повне впровадження *e-CMR* може заощадити до 4 євро на кожному документі. Враховуючи, що в Європі щорічно оформлюється близько 400 млн накладних, потенційна економія може сягати 1,6 млрд євро на рік. В Україні процес впровадження *e-CMR* розпочався у 2020 році, коли країна приєдналася до Додаткового протоколу до Конвенції *CMR*. Це відкрило шлях для використання електронних накладних у міжнародних перевезеннях, проте процес створення необхідної нормативно-правової бази та технічної інфраструктури для повноцінного впровадження *e-CMR* досі є незавершеним.

Окрім впровадження електронної версії міжнародної накладної, в Україні на завершальному етапі знаходиться процес переходу на обов'язкову для використання при внутрішніх автомобільних перевезеннях вантажів електронну ТТН – *e-ТТН*. Окрім зазначених вище переваг переходу до електронного документообігу, запровадження *e-ТТН* дозволяє підвищити якість контролю за дотриманням учасниками логістичного

процесу вимог законодавства у сфері автоперевезень, зокрема в частині габаритно-вагових норм, шляхом інтеграції з системою зважування в русі WIM. Крім того передбачається інтеграція з єдиним реєстром товарно-транспортних накладних на переміщення алкогольних напоїв, єдиною державною системою електронного обліку деревини, інформаційними системами Укртрансбезпеки, інформаційно-комунікаційними системами Держпродспоживслужби.

На теперішній час в Україні створена необхідна інфраструктура для повноцінного переходу на є-ТТН: підготовано порядок використання електронної накладної, створено платформу електронного документообігу, на якій на теперішній час працюють 17 провайдерів, введено в експлуатацію спеціалізовану електронну базу даних товарно-транспортної накладної в електронній формі, електронні кабінети перевізників та контролюючих інстанцій. В цілому впровадження є-ТТН є частиною загального процесу діджиталізації транспортної галузі України, що спрямована на створення більш ефективної, прозорої та конкурентоспроможної транспортної системи, яка відповідає сучасним вимогам бізнесу та державного управління.

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ РОБОТИ АВТОТРАНСПОРТУ НА МАРШРУТАХ

Заяць Ю. В., керівник доц. Демченко Є. Б.

Український державний університет науки і технологій

Одною з основних задач організації автомобільних перевезень є оперативний контроль за роботою транспортних засобів на маршрутах. Вчасне отримання інформації про поточну ситуацію на вулично-дорожній мережі в поєднанні з даними про параметри роботи автомашини дозволяє оперативно коригувати плани перевезення, за рахунок чого підвищується ефективність транспортного процесу та досягається економія часових і енергетичних витрат. Успішне вирішення вказаної проблеми в теперішній час неможливе без використання сучасних інформаційних технологій і систем, до яких відносяться геоінформаційні системи, системи просторової ідентифікації, з використанням яких функціонують системи управління перевезеннями.

Глобальна система позиціонування (GPS) та телематика докорінно змінили спосіб взаємодії водіїв з їхніми транспортними засобами та навколишнім середовищем. Ці технології не лише покращують навігацію, але й відкривають нові можливості для оптимізації маршрутів, підвищення безпеки та ефективності перевезень. GPS-навігація стала невід'ємною частиною сучасного автомобіля. Вона дозволяє водіям легко орієнтуватися в незнайомій місцевості, уникати заторів та обирати оптимальні маршрути. Більше того, інтеграція GPS з іншими системами автомобіля дозволяє створювати "розумні" навігаційні системи, які враховують не лише географічне положення, але й стан дороги, погодні умови та рівень палива в баку.

Телематика, у свою чергу, відкриває нові горизонти для моніторингу та управління транспортними засобами. Ця технологія дозволяє збирати та аналізувати дані про стан автомобіля, стиль водіння та багато інших параметрів у режимі реального часу. Це має величезне значення не лише для індивідуальних власників автомобілів, але й для компаній, які керують великими автопарками. Наприклад, завдяки телематичним системам, логістичні компанії можуть оптимізувати свої маршрути, зменшуючи витрати палива та час доставки. Страхові компанії використовують дані телематики для створення індивідуальних страхових полісів, які враховують реальний стиль водіння клієнта. А виробники автомобілів отримують цінну інформацію про експлуатацію своїх транспортних засобів, що дозволяє їм покращувати дизайн та функціональність майбутніх моделей.

В Україні впровадження систем *GPS* та телематики також набирає обертів. За даними Асоціації логістики України, понад 80% великих вантажних перевізників в країні вже використовують ці технології для управління своїми автопарками. Це дозволяє їм оптимізувати маршрути, скоротити витрати та підвищити ефективність доставки.

Системи управління транспортом (*TMS*) є ключовим елементом автоматизації логістичних процесів у транспортній галузі. Ці системи надають комплексне рішення для планування, виконання та оптимізації руху вантажів. *TMS* використовується для планування маршрутів та розкладів, управління замовленнями та документообігом, моніторингу транспортних засобів у реальному часі, аналізу витрат та оптимізацію ресурсів, інтеграцію з іншими системами (*ERP*, *WMS*). Впровадження *TMS* дозволяє компаніям досягти значних покращень у своїй діяльності. За даними дослідження *Gartner*, використання *TMS* може призвести до зниження транспортних витрат на 5-10%. Таким чином, сучасні системи управління транспортом є важливим компонентом сучасної транспортної інфраструктури, що поєднує інформаційні технології, комунікаційні системи та автоматизацію для підвищення безпеки, ефективності та екологічності транспорту.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ

Колесніченко І. В., керівник доц. Демченко Є. Б.

Український державний університет науки і технологій

Як свідчать офіційні дані Державної служби статистики України, щодо різних сфер економічної діяльності підприємств за 2023 рік, підприємства сектору «Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність» складають 5,3% від загальної кількості підприємств у країні. Найбільша ж частка підприємств на українському ринку припадає на компанії, які займаються оптовою та роздрібною торгівлею – 37,3%. З огляду на велику кількість підприємств, залучених у торгівлю, можна зробити висновок, що в Україні наразі спостерігається нестача логістичних операторів, які могли б задовольнити попит на логістичні, зокрема складські, послуги. Таким чином, можна прогнозувати, що сектор транспорту і логістики буде розвиватися в майбутньому.

Кількість діючих суб'єктів господарювання в сфері транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності в Україні зросла на 32% до 1 квітня 2024 року, досягнувши 398 юридичних осіб. Це свідчить про відновлення довіри до ринку логістичних послуг і його здатність адаптуватися до нових реалій.

2024 рік став роком значних викликів для складського господарства в Україні, однак, незважаючи на складні умови воєнного часу, галузь демонструє позитивні тенденції у своєму розвитку. Аналізуючи показник вантажообігу, можна оцінити розвиток логістичної інфраструктури, здатність економіки забезпечувати перевезення товарів та рівень інтеграції країни у міжнародні транспортні коридори.

За останні роки в Україні спостерігається значне коливання вантажообігу, що пов'язано із зовнішніми економічними викликами, змінами в експортно-імпортних операціях та впливом військових дій на транспортну інфраструктуру. Наприклад, в 2023 р. вантажообіг знизився через порушення ланцюгів постачання та обмежений доступ до портів через блокаду, що значно вплинуло на морські перевезення. Водночас, автомобільний і залізничний транспорт показали стабільність, компенсуючи втрати інших видів транспорту.

Особливо важливою є роль складських приміщень для зберігання оборонних матеріалів, медикаментів, продуктів харчування, пального, а також товарів, необхідних для відновлення інфраструктури. Збільшення кількості перевезених вантажів свідчить про те, що підприємства працюють на межі своїх потужностей, і відповідно спостерігається підвищений попит на складські приміщення, зокрема в областях, де зберігаються стратегічно важливі ресурси. У 2024 році багато компаній, особливо міжнародних, що мали представництва в Україні, вирішили розширити свої складські потужності або перенести частину зберігання товарів до більш безпечних регіонів, що сприяло росту оренди складських приміщень.

За даними опитування «Інфраструктурний індекс 2023», найбільшими викликами 60% опитаних компанії називали зростання логістичних витрат, але інтерес до складських приміщень залишався, особливо в обласних центрах, де зберігаються основні логістичні хаби. Враховуючи підвищену активність у сфері зберігання вантажів для оборонної промисловості та гуманітарної допомоги, Україна має великі можливості для залучення інвестицій у розвиток складської інфраструктури після завершення війни. Додатково варто відзначити, що з початку 2024 року в Україні активно працюють міжнародні компанії, що спеціалізуються на складських послугах, які збільшують кількість своїх складів для ефективного обслуговування внутрішнього ринку та сусідніх країн.

АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ТА ЕКСПОРТУ УКРАЇНСЬКОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ігнатенко А. І., керівник доц. Болвановська Т. В.

Український державний університет науки і технологій

Питання виробництва, перевезення в межах країни та експортування сільськогосподарської продукції є особливо актуальним у військовий й час та залишатиметься таким і надалі через постійно зростаючий попит, перерозподіл ринку продовольчих товарів, переорієнтацію напрямків експорту та діючі станційні обмеження. Автотранспорт відіграє важливу роль в експортуванні агропродовольчої продукції, бо він може забезпечити швидкі та прямі поставки продуктів харчування від виробників до споживачів з максимальним дотриманням вимог та стандартів перевезення.

Аграрна продукція займає відчутне місце серед переліку експортних товарів – майже 60 % українського експорту 2024 року (8,3 млн. тонн аграрної продукції). Загальний експорт України за даними Мінекономіки перевищив \$ 40 млрд, де понад \$ 5 млрд – прибуток від експорту соняшникової олії (майже 6 млн тонн), понад \$ 1 млрд – прибуток від експорту шроту соняшникового, понад \$ 945 млн – м'ясо птиці, \$ 408 млн – цукор, \$ 945 млн – олія соєва. Перевезення товарів набуло кількісних та якісних змін: зменшився ваговий обсяг експорту автотранспортом, але при цьому вартість вантажів, які перевозилися автотранспортом зросла до \$ 14,5 млрд. На думку заступника міністра економіки Тараса Качки наступного року Україна зосередиться на пошуку рішення щодо доступу на ринок ЄС для чутливих аграрних товарів (кукурудза, крупи, висівки, мед, цукор, яйця і м'ясо птиці)

Найбільш привабливою сільськогосподарською культурою з точки зору цінової політики є соя. Згідно з опитуваннями АПК-Інформ переважна кількість аграріїв не планує зменшувати площу вирощування сої, а дехто навіть має мету збільшити її за рахунок скорочення площ сівби озимих, соняшнику чи інших ярих культур. Але за прогнозами вчених Україна у 2029 році буде вирощувати 4,1 % світових обсягів виробництва зерна пшениці.

Досить перспективним та стабільним ринком агропродовольчої продукції є Азія. До повномасштабного вторгнення та зараз азійські країни займають передові позиції з купівлі української продовольчої продукції. Тим більш, Україна імпортує з країн Азії дефіцитні продукти харчування, що свідчить про наявність тісного торгового зв'язку між нашими країнами, проте поки немає угоди про зону вільної торгівлі з найбільшими партнерами: Китаєм, Туреччиною та Індією. Ці три країни мають різні вподобання в харчування, різний економічний та соціальний розвиток, але їм однаково притаманні проблеми з забезпеченням агропродукцією. Дослідження довоєнних років оприлюднюють оборот взаємної торгівлі аграрною продукцією у 2021 році між країнами Азії та Україною близько \$ 12,2 млрд. Додатне сальдо для України складало \$ 9,6 млрд. Важливою умовою для забезпечення присутності компаній України на азійському ринку має бути створення і функціонування зон вільної торгівлі.

Ще одним перспективним ринком для українських виробників сільськогосподарської продукції є країни африканського континенту *MENA*, в яких традиційним є вживання молочних продуктів, що призводить до необхідності нарощування обсягів його імпорту. Сьогодні в Україні зросла чисельність виробників молочних продуктів, що може стати поштовхом до нарощування обсягів експорту їх продукції. Населення країн Африки зараз складає біля 2 млрд осіб віком 15–24 роки, надалі намічена тенденція збільшення чисельності населення, а тому в майбутньому слід буде збільшувати експорт продуктів харчування. Українські товари споживають переважно арабські країни Північної Африки – 77 %, на Субсахарську Африку припадає 23 %. Країни Африки на світових ринках найбільше купують пшениці, кукурудзи, рослинної олії, цукру, м'яса, риби, молочних продуктів, овочів і фруктів. Україна має дипломатичні зв'язки та експортує продукцію аграрних господарств до 12 країн Африки.

До країн ЄС у 2020 р. частка експорту продукції агропромисловості склала 35 %, а у 2022 р. – 63 %. Експорт до ЄС аграрної продукції в вимірах абсолютних показників зріс з € 6 млрд 927 млн, які були в 2021 році, до €13 млрд 206 млн у 2022 році. З січня по травень 2023 року аграрний імпорт до ЄС виріс на 60 % (до € 5 млрд 646 млн) порівняно з цим періодом 2022 року (€ 3 млрд 530 млн). Найбільше української сільськогосподарської продукції за час війни поставлено до Польщі та Румунії. Внаслідок великої сировинної складової сільськогосподарського експорту, Україна втрачає валютні надходження, які можна отримувати експортуючи готові продукти з високою доданою вартістю.

Збільшення обсягів експорту української агропродовольчої продукції потребує державної підтримки та раціоналізації в таких питаннях: дотримання міжнародних та європейських стандартів безпеки та якості при виробництві агропродукції в Україні; постійний моніторинг стану експортно-імпортних операцій з продовольчими продуктами; відкриття нових ринків для експорту продукції; розвиток інвестицій в аграрний сектор економіки; посилення інформаційної підтримки виробників агропродовольчої продукції в питаннях вивчення попиту, можливостей виходу на ринки та законодавчої бази.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ СОРТУВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ НА ЙОГО ПОКАЗНИКИ

Адаховська В. О., Бесага О. О., керівник доц. Болвановська Т. В.

Український державний університет науки і технологій

Робота сортувальних комплексів є основною в формуванні на будь якій регіональній філії українських залізниць. Показники їх роботи можуть суттєво скоротити тривалість простоїв вагонопотоків в розформування та тим самим позитивно

вплинути на оборот вантажних вагонів, термін доставки вантажів, робочий парк вагонів. В умовах підготовки до вступу в ЄС, імплементації європейських Директив, зміни напрямків основних вагонопотоків, їх характеристик та при запланованому реформуванні залізничного транспорту робота сортувальних комплексів набуватиме постійного оновлення та змін. Саме тому питання дослідження конструкції сортувального комплексу на його показники потребує пошуку нових відповідей.

Сортувальний комплекс станції складається з парку приймання, сортувальної гірки, сортувального парку та з'єднувальної горловини сортувальний парк – парк відправлення (витяжних колій в вихідній горловині сортувального парку). Аналіз конструкції колійного розвитку пучків сортувальних парків існуючих станцій показав, що більша кількість сортувальних гірок (близько 75 %) мають колійний розвиток об'єднаний у 3 або 4 пучки з кількістю колій в пучку зазвичай від 6 до 8 колій.

Порівняємо дві конструкції гіркової горловини сортувального парку, які відрізнятимуться місцем розташування першої (або верхньої) гальмівної позиції та визначимо, який вплив конструкція здійснює на показники роботи.

Розрахунок висоти сортувальної гірки виконується відповідно до діючих Правил та норм проектування сортувальних пристроїв. Висота гірки має забезпечувати докочування поганого бігуна в несприятливих метеорологічних умовах від вершини гірки до розрахункової точки. Для розрахунків буде використовуватися програмне забезпечення, розроблене на кафедрі «Транспортні вузли» ННІ ДІТ УДУНТ. Пакет програм «ГРКА» призначений для розрахунку висоти, поздовжнього профілю та аналізу конструкції сортувальних гірок.

Розрахунок, проектування та моделювання скочування для певної конструкції гірки виконується за маршрутом на окрему «важку» колію сортувального парку. Маршрут включає повну інформацію про метеорологічні умови, всі елементи плану та всі відомі елементи поздовжнього профілю елементів. «Важкою» вважається колія, при скочуванні на яку відчеп має подолати найбільший опір руху.

Порівняння зазначених варіантів показало, що розташування гальмівної позиції перед першим розділовим стрілочним переводом подовжує маршрут скочування від вершини до розрахункової точки, що подовжує відстань некерованого руху відчепів, але за результатами моделювання видно, що тривалість скочування повільного легкого бігуна (чотиривісного піввагону з масою 22 т та опором руху 4,5 Н/кН) залишається однаковою. Причиною цього є різна величина ухилів швидкісної ділянки гірки та гальмівної позиції, яка є більшою на довшому маршруті, відповідно за рахунок вищої швидкості відчепу можна отримати меншу тривалість скочування на довшому маршруті. Режим гальмування бігуна однаковий – прицільне гальмування на парковій гальмівній позиції для забезпечення швидкості зіткнення в розрахунковій точці 1,4 м/с.

Конструкція гірки повинна забезпечувати завдану швидкість розпуску, що перевіряється достатністю інтервалів між суміжними відчепами у всіх можливих комбінаціях розділових елементів гірки. Якщо режимами регулювання швидкості відчепів на верхній та пучковій гальмівних позиціях неможна забезпечити розділення відчепів, то слід змінити варіант конструкції та технічного оснащення гірки: підвищити профільну висоту ділянок, підвищити потужності позицій, змінити відстань чи їх розташування, застосувати іншу конструкції плану горловини (кількість пучків, кількість колій в пучках, положення обхідної колії). Величину інтервалів на розділових елементах визначають для сполучення повільних та швидких бігунів легкої та важкої категорій маси (ШЛ/ПЛ)-(ШВ/ПВ)-(ШЛ/ПЛ).

Визначившись з обмежуючим елементом маршруту (стрілочною або гальмівною позицією) можна давати рекомендації щодо коригування режиму розпуску в залежності від призначень вагонів в складі поїздів, що надходять в розформування. Обмежуючим за величиною допустимої швидкості розпуску, є елемент гальмівної позиції 2 для обох

варіантів гіркової горловини. На сортувальній гірці з горловиною варіанту 1 (перший розділовий елемент – гальмівна позиція) можна проводити розпуск з постійною швидкістю до 1,47 м/с, для варіанту конструкції 2 (гальмівна позиція після розділової стрілки) – зі швидкістю до 1,44 м/с.

Для варіанту гіркової горловини 1 величина добової переробної спроможності є більша, ніж у варіанті, коли першим розділовим елементом є стрілочний перевід. У першому варіанті конструкції є можливість забезпечити кращі умови розділення відчепів на розділових елементах та можливість використання більшої швидкості розпуску составів. Остаточний вибір варіанту горловини слід робити на підставі техніко-економічних розрахунків, оскільки улаштування гальмівних позицій потребує значних капітальних складень на улаштування котловану та забезпечення всієї необхідної інженерно-технічної бази.

БУДІВНИЦТВО, АРХІТЕКТУРА ТА ІНФРАСТРУКТУРА

ПІДСЕКЦІЯ «ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА»

ОСАДКИ ФУНДАМЕНТІВ НА СЛАБКИХ ШАРУВАТИХ ОСНОВАХ

Андрєєв О. В., керівник доц. Дубінчик О. І.

Український державний університет науки і технологій

У практиці інженерної діяльності часто виникає проблема розрахунку осідань фундаментів на слабких шаруватих основах.

Наявні в науково-технічній літературі дані свідчать про те, що використовувані в даний час методи розрахунку в ряді випадків не дозволяють досягти необхідної точності, оскільки вплив реологічних властивостей ґрунтової шаруватої основи і тимчасові показники при визначенні крену фундаментів не враховуються.

Також відомо, що однією з причин невідповідності розрахунків експлуатаційним параметрам є недостатньо повне урахування текстурних особливостей ґрунтової товщі, а саме шаруватості.

Один з методів дослідження осідань фундаментів, викликаних впливом сусідніх фундаментів, навантажень на прилеглі площі, а також неоднорідністю ґрунтової основи в плані і по глибині, базується на відношенні різниці осідань середин протилежних сторін фундаменту до його довжини або ширини.

Осадка окремих фундаментів або споруд в цілому повинен обчислюватися з урахуванням навантаження на рівні підшви фундаменту, впливу сусідніх фундаментів, навантажень, спрямованих на прилеглі площі, і нерівномірності стисливості основи.

При визначенні величини осідань фундаментів, як правило, необхідно брати до уваги їх заглиблення, жорсткість надфундаментної конструкції. Осадка фундаменту при дії навантаження залежить від таких параметрів, як модуль деформації і коефіцієнт Пуассона, вертикальної складової рівнодіючих всіх навантажень на фундамент на рівні його підшви, від розмірів сторін фундаменту.

У той же час осадка жорстких фундаментів (споруд) на однорідній основі залежить від вертикальної складової всіх навантажень і висоти від підшви фундаменту до точки прикладання навантаження.

Існуючі в даний час методи розрахунку осідань фундаментів або споруд на ґрунтовій основі, як правило, базуються на використанні рішень, отриманих в рамках моделі лінійно-пружного ізотропного середовища. При цьому не враховується той факт, що в основах з шаруватою текстурою розподіл напружень може істотно відрізнятися від їх розподілу в однорідній основі.

Зазначене негативно впливає на методики розрахунку осадок, що використовуються в даний час.

Наприклад, методика нормативної документації не прогнозувати процеси їх розвитку в часі з урахуванням таких реологічних процесів, як фільтраційна консолідація і повзучість ґрунтового скелета.

КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ КОЛІЇ В УМОВАХ ДЕФІЦИТУ ЩЕБЕНЮ

Гирич Г. В., керівник доц. Арбузов М. А.

Український державний університет науки і технологій

Матеріали верхньої будови колії складають основну витратну частину вартості капітального ремонту колії. Сьогодні особливо гостро відчувається нехватка рейок та щебеню. В умовах дефіциту щебеню необхідно проводити капітальний ремонт колії для забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів зі встановленими швидкостями.

Щебінь фракції 25...60 мм призначений для використання на залізничному транспорті для спорудження баластного шару, який забезпечує вертикальну і горизонтальну стійкість колії під впливом поїзних навантажень і мінливих температур.

На коліях з ґрунтовим земляним полотном верхня будова з баластними шаром є єдиною конструкцією, що використовується як за технічними так і економічними показниками. Баластний шар, що складається з зернистих матеріалів, є одним з найважливіших елементів верхньої будови колії. Він забезпечує вертикальну і горизонтальну стійкість залізничної колії під час впливу поїзних навантажень. Від конструкції і якості баластного шару залежить загальний стан залізничної колії, рівень допустимих швидкостей руху поїздів, терміни служби елементів рейок, проміжних та стикових скріплень, шпал, а також залежать витрати на поточне утримання колії і всієї системи її ремонтів.

В сьогоденні існують проблеми з постачанням матеріалів верхньої будови колії та строками їх експлуатації. В умовах дефіциту щебеню розглядається варіант укладання щебеню, що виготовлений з відходів металургійної промисловості. Зроблена оцінка строків експлуатації такого щебеню з неприродного каменю та визначити доцільність його використання під час капітального ремонту колії.

Дослідження проведено на прикладі ділянки колії, що потребує ремонту. Капітальному ремонту колії підлягає ділянка між станціями А та Б довжиною 10 км. У плані перегін має 18 % кривих та 82 % прямих (відсотки визначені по довжині). Найменший радіус кривої 274 м. Ділянка перегону одноколійна, має електрифікацію та обладнана системою автоблокування. Вантажонапруженість фактична 17,8 млн т км бр/км в рік.

Відповідно до нормативів при швидкості вантажних поїздів 60 км/год та пасажирських 120 км/год при вантажонапруженості 17,8 млн т км бр/км в рік визначно V категорію колії. Відповідно після ремонту повинна бути наступна характеристика верхньої будови колії: рейки типу Р65, скріплення типу КБ65, шпали залізобетонні, товщина піщаної подушки 20 см, щебеневої – 25 см. Товщина піщаної подушки 20 см, товщина щебеневої подушки 25 см, плече баластної призми 35 см.

За розрахунками строк служби щебеню з неприродного каменю 13 років, а стандартного щебеню 17 років. При використанні щебеню з неприродного каменю в 1,2 рази частіше треба проводити очищення щебеню, підбивку та виправку колії, тобто зростуть витрати на ремонтні роботи. Вартість щебеню з неприродного каменю в 1,5...1,7 рази менша, ніж стандартного щебеню. При вартості середнього ремонту та комплексно-оздоровчого біля 2 млн грн./км та вартості 1 т щебеню з неприродного

каменю 2300 грн маємо зростання вартості ремонтних робіт на 2 млн грн/км за 30 років і зменшення вартості щебеню на 2,5 млн грн./км. Таким чином, економічний ефект від дешевшого щебеню нівелюється зменшенням строку служби та збільшенням кількості ремонтів.

ЧИСЕЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПІЛОННОЇ СТАНЦІЇ НА ОСНОВІ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ МЕТРОДІПРОТРАНСУ

Гладиш Д. С., керівник проф. Тютюкін О. Л.

Український державний університет науки і технологій

Метрополітен є одним із варіантів громадського транспорту. Його перевагою є висока швидкість переміщення між станціями, що дозволяє зекономити багато часу через те, що метро рухається по власних коліях під землею і не залежить від ситуацій з наземним транспортом, тобто дозволяє уникати заторів та курсувати за чітким графіком, даючи можливість планувати свою поїзду заздалегідь.

Важливою частиною метро є станції. Крім основної функції – забезпечення пересадки пасажирів – станції метро виконують і ряд інших функцій, наприклад, надають змогу проводити різні культурні заходи, виставки або концерти, відвідувати кафе, магазини або інші торгові точки, розташовані на станції, чи просто відпочити. На сьогодні, під час повномасштабного вторгнення російської федерації в Україну, станції метрополітену глибокого закладення виконують важливу функцію укриття.

Пілонна станція метро – це особливий вид станції глибокого закладення, який відрізняється своєю характерною конструкцією та архітектурою. Пілонна станція складається з трьох тунелів, розташованих паралельно один одному, між якими знаходиться пілон – вертикальна стіна криволінійного обрису, яка використовується для підтримки склепіння і надає станції міцності. Середній тунель зазвичай ширший і слугує як центральний зал, а бічні тунелі призначені для платформ, де пасажирів чекають на поїзд.

До переваг пілонних станцій можна віднести міцність (завдяки масивним пілонам, такі станції дуже міцні і можуть витримувати значні навантаження) та естетику (пілонні станції часто мають величний і монументальний вигляд, який підкреслюється великими просторами і високими стелями). Недоліком пілонної станції є обмежена пропускна здатність: через наявність великої кількості пілонів простір між платформами може бути обмеженим, що може створювати певні незручності в «час пік».

Складністю пілонної станції як розрахункової схеми є те, що вона працює як єдина конструкція, тобто обов'язковим є врахування дії всіх її елементів. Для розрахунку станційної конструкції використовують методи, які включають кілька підходів, спрямованих на оцінку роботи станції, її пропускну здатність, безпеку та комфорт для пасажирів. Основними методами розрахунків є:

- математичне моделювання, яке використовує аналітичні та чисельні методи для розрахунку різних параметрів станції, таких як пасажиропотоки, час обслуговування, навантаження на елементи станції;
- імітаційне моделювання, тобто застосування комп'ютерних моделей, які імітують поведінку пасажирів та роботу станції в реальному часі; ці моделі дозволяють передбачати поведінку системи за різних сценаріїв, таких як пікове навантаження або надзвичайні ситуації;
- емпіричні методи, що дозволяють використання даних із вже існуючих станцій метрополітену, що експлуатуються довгий час, для оцінки та коригування розрахунків; збір даних може містити вимірювання пасажиропотоків, часу очікування, швидкості

пересування пасажирів тощо, завдяки цим даним можна коригувати теоретичні моделі на основі реальної ситуації та покращувати точність прогнозів;

- статистичні методи, що базуються на застосуванні аналізу даних про пасажиропотоки, часу обслуговування та інших характеристик, включаючи регресійний аналіз, ймовірнісне моделювання та методи оптимізації, ці дані допомагають оцінити очікувані навантаження на станцію та можливість виникнення перевантажень;

- метод Метродіпротрансу (модифікований), який включає детальне моделювання пасажиропотоків та розрахунки з урахуванням геометричних та технічних особливостей станції і враховує унікальні архітектурні рішення та сучасні технології.

Для вирішення наукової задачі був виконаний аналіз стану питання чисельного аналізу конструкції пілонної станції, виконане варіантне проектування конструкції з різними матеріалами оправи і зроблений розрахунок гірського тиску на оправу станції, також розроблена скінченно-елементна модель пілонної станції на основі модифікованого методу Метродіпротрансу і виконаний аналіз силових факторів з розрахунком на міцність різних елементів оправи пілонної станції метрополітену.

РЕКОНСТРУКЦІЯ КОЛІЇ

В УМОВАХ СУСПІЛЬНО-ПОЛІТИЧНИХ ОБСТАВИН

Губарь М. М., керівник доц. Арбузов М. А.

Український державний університет науки і технологій

Залізничний транспорт є одним із ключових складників транспортної системи України, забезпечуючи перевезення вантажів та пасажирів на далекі відстані. Його ефективність, надійність та здатність працювати в різних кліматичних та експлуатаційних умовах роблять його стратегічно важливим елементом інфраструктури. В умовах нестабільної суспільно-політичної ситуації, зокрема в регіонах, що зазнали ушкоджень інфраструктури внаслідок бойових дій, диверсій чи стихійних лих, питання швидкої та якісної відбудови залізничної колії набуває особливої актуальності. Своєчасне відновлення колійного господарства є необхідним для забезпечення економічної стабільності, логістичних операцій, евакуації та мобільності населення.

Метою цієї роботи є розробка проекту реконструкції залізничної колії з урахуванням особливостей ділянки, що проходить у кривій, а також специфіки виконання робіт в умовах суспільно-політичної нестабільності. У ході роботи аналізується технічний стан елементів верхньої будови колії, підбираються конструктивні рішення, що відповідають сучасним вимогам, виконується перевірка геометричних параметрів, розробляється технологічна послідовність проведення ремонтних заходів.

Верхня будова колії – це сукупність елементів, що безпосередньо взаємодіють із рухомих складом. До її основних складових належать рейки, шпали (дерев'яні, залізобетонні або полімерні), підрейкові прокладки, скріплення та баластний шар. Її головне завдання – забезпечити передавання вертикальних та горизонтальних навантажень на земляне полотно, зберігаючи при цьому стабільність колії, її напрямок та профіль.

Під час реконструкції необхідно приділяти криволінійним ділянкам, де виникають додаткові динамічні навантаження, поперечні сили та ризик підвищеного зносу елементів колії. Для забезпечення безпеки руху та зниження рівня колійних дефектів здійснюються розрахунки розширення колії, перевірка вписування рухомого

складу у криву, підбір оптимальної жорсткості основи та способів стабілізації положення рейкової нитки.

Реконструкція колії включає цілу низку етапів – підготовчі роботи, демонтаж старих конструкцій, укладання нових елементів верхньої будови, баластування, стабілізацію та контрольні вимірювання. Важливо також передбачити можливість виконання робіт у вікна (технологічні перерви у русі поїздів), застосування комплексу спеціалізованих машин, організацію охорони праці та безпеки на об'єкті.

В дослідженні зроблено акцент на морально-психологічному забезпеченні працівників, які виконують роботи в умовах підвищеного ризику. Запропоновано заходи для зниження рівня стресу, підтримання психологічного здоров'я персоналу та підвищення мотивації. Зокрема, розглянуто створення мобільних укриттів, проведення тренінгів із кризового менеджменту та організація командної підтримки.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВЕСТИБЮЛЮ СТАНЦІЇ МІЛКОГО ЗАКЛАДЕННЯ КИЇВСЬКОГО МЕТРОПОЛІТЕНУ В ЯКОСТІ УКРИТТЯ

Дашенко О. А., керівник проф. Тютюкін О. Л.

Український державний університет науки і технологій

Під час повномасштабної війни російської федерації проти України споруди метрополітену вивільнили потенціал свого подвійного призначення і стали працювати як укриття. Досвід Київського, Дніпровського та Харківського метрополітенів свідчить про те, що станційні комплекси були надійними укриттями на деякий період війни, що характеризувався масованими ракетно-дроновими ударами.

Аналіз підземних споруд метрополітенів, що включив в себе не тільки станційні комплекси, а й перегінні тунелі, підземні підхідні коридори, вестибюлі, доводить те, що ці частини транспортної системи метрополітену можуть виконувати роль укриттів не менш ефективно. Більш того, саме ці підземні об'єкти по причині свого закладення та, відповідно, доступності, можуть приймати містян під час об'явлення повітряної тривоги в першу чергу.

Вестибюлі серед цих споруд метрополітену є найбільш зручними, оскільки частіш усього мають два і більше виходів, знаходяться на глибині до 15 метрів і не потребують ескалаторного підйому та мають достатню місткість для 300...500 осіб. Вестибюль станції мілкового закладення, окрім свого подвійного призначення як укриття, повинен виконувати пряме призначення, будучи об'єктом, що забезпечує зв'язок пасажирської платформи станції з поверхнею землі.

Одним варіантів кріплення, який успішно зарекомендував себе під час спорудження Київського та Дніпровського метрополітенів, є метод «стіна в ґрунті». Цей спеціальний спосіб закріплення котловану полягає в тому, що до будівництва вестибюлю або станційного комплексу мілкового закладення по його периметру створюється траншея, що заповнюється бетоном та армується. Потім, під час розкриття котловану, зварювання арматурних каркасів, бетонування, монтажу збірних конструкцій вестибюлю, «стіна в ґрунті» виконує роль огорожі котловану, убезпечуючи його від обвалення.

В подальшому, після повного спорудження конструкції вестибюлю, «стіна в ґрунті» виконує роль додаткового кріплення, яке надає міцності та стійкості підземній споруді, що виконує обидва свої призначення. Таким чином, задачею проєктувальника є виконання розрахунку «стіни в ґрунті» на основі реальних вихідних параметрів з метою визначення коефіцієнта стійкості та його запасу, що показує експлуатаційну здатність такої огорожі. Важливою задачею наукового дослідження, що вирішена, є

обґрунтування спорудження вестибюлю станції мілкового закладення на основі даних Київського метрополітену.

КРИТИЧНА ІНФРАСТРУКТУРА В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ: ВИКЛИКИ ТА СТРАТЕГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ

Джуган Ю. В., керівник викл. Юрченко С. М.

Український державний університет науки і технологій

Критична інфраструктура України перебуває у зоні постійного ризику через багатовекторні гібридні загрози, що включають збройні напади, кібератаки, диверсійні дії, інформаційні маніпуляції та економічний тиск. Найбільшу небезпеку становлять атаки на енергетичні системи, транспортні вузли, телекомунікації, фінансові установи, медичні заклади та оборонну промисловість. Порушення їхньої роботи може призвести до системних збоїв у функціонуванні держави та загрожувати життєдіяльності населення.

Наявні засоби захисту часто не відповідають складності сучасних викликів. Брак узгодженості між державними структурами, приватним сектором і міжнародними партнерами, а також відсутність довгострокових стратегічних рішень, знижують здатність країни ефективно протистояти багатовимірним загрозам.

Дослідження має на меті глибоке осмислення проблеми вразливості критичної інфраструктури України в умовах гібридної війни та розробку стратегічних рішень для її захисту. Основна увага приділяється аналізу загроз у ключових секторах – енергетичному, транспортному, інформаційному, фінансовому та оборонному – з метою виявлення слабких місць і пошуку ефективних механізмів протидії. Досягнення цієї мети передбачає формування рекомендацій щодо вдосконалення державної політики, активізації міжсекторальної співпраці, впровадження сучасних технологій безпеки та підвищення рівня готовності суспільства до реагування на кризові ситуації.

У результаті дослідження буде сформовано науково обґрунтовану систему стратегічних і практичних рішень, спрямованих на зміцнення стійкості критичної інфраструктури. Зокрема, передбачається:

- проведення аналізу вразливих елементів інфраструктури та чинників, що негативно впливають на її стабільність;
- систематизація типів гібридних загроз і оцінка їхнього впливу на державні функції;
- визначення принципів побудови ефективної державної політики у сфері захисту критичних об'єктів;
- напрацювання механізмів координації між державою, бізнесом і громадянським суспільством;
- розробка стратегічного бачення довгострокового підвищення національної інфраструктурної безпеки.

Ці результати стануть основою для посилення національної безпеки, забезпечення стабільності державного управління та підвищення здатності України протистояти сучасним і майбутнім гібридним викликам.

Гібридна війна, яку Росія веде проти України, стала викликом не лише для української державності, а й для глобальної системи безпеки. Критична інфраструктура – це серце функціонування країни. Її захист – питання виживання. З початку повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 року РФ здійснює системні атаки на енергетику, зв'язок, транспорт, медицину, ІТ-системи, намагаючись паралізувати життєдіяльність держави. В умовах гібридних загроз, які поєднують військову силу, кібертероризм, інформаційні атаки, економічний тиск і диверсії, Україна змушена шукати нові моделі стійкості.

Що таке критична інфраструктура і чому вона є мішенню? Критична інфраструктура – це сукупність об'єктів, систем і мереж, які забезпечують:

- енергопостачання (ТЕЦ, ГЕС, АЕС, підстанції);
- водопостачання та каналізацію;
- транспорт (залізниця, мости, порти, аеропорти);
- зв'язок і телекомунікації;
- охорону здоров'я (лікарні, лабораторії);
- цифрові системи (дата-центри, урядові портали);
- фінансову систему (банки, біржі);
- продовольчу безпеку (елеватори, логістика).

Ураження цих об'єктів може спричинити колапс державного управління, гуманітарну катастрофу, паніку серед населення.

- Форми гібридного впливу рф на критичну інфраструктуру.
- Прямі військові удари.
- Масовані ракетні атаки на енергетичні об'єкти.
- Знищення мостів, залізничних вузлів, портів.
- Удари по лікарнях, очисних спорудах, складах.
- Кібертероризм.
- Злам державних реєстрів, банківських систем.

ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЦИФРОВА СТІЙКІСТЬ: РОЛЬ ІТ-РІШЕНЬ, ЗАСТОСУВАННЯ БПАК ТА НРТК У ЗАХИСТІ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Дяченко К. С., керівник викл. Юрченко С. М.

Український державний університет науки і технологій

Транспортна інфраструктура – це стратегічний елемент, який забезпечує мобільність Збройних Сил, гуманітарну та матеріально-технічну підтримку, економічну стабільність держави. В умовах повномасштабного вторгнення рф до України, а також гібридних форм загроз (диверсій, кібератак, ракетних та БпЛА-ударів), її вразливість значно зростає. Зокрема, з початку повномасштабної агресії Росії проти України, цілеспрямовані атаки на залізничну, автомобільну та мостову інфраструктуру стали інструментом тиску на логістику оборони.

Метою цього дослідження є вивчення співпраці ІТ-рішень з безпілотними комплексами у забезпеченні стійкості транспортної інфраструктури в умовах гібридних загроз. Також важливим є аналіз сучасних технологій які сприяють виявленню та нейтралізації загроз а також забезпеченню безперервної роботи транспортних мереж у випадку нападів.

Результати дослідження. У контексті зростаючих загроз критичній інфраструктурі, особливо транспортній, цифрова стійкість стає одним із ключових напрямів національної безпеки. Сучасні ІТ-рішення в поєднанні з новітніми військовими технологіями – зокрема, безпілотними авіаційними комплексами (БпАК) та наземними роботехнічними комплексами (НРТК) – відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності захисту та управління інфраструктурними об'єктами.

Значення цифрової стійкості в умовах гібридних загроз

Цифрова стійкість – це не лише технологічна характеристика, але й системний підхід до захисту об'єктів критичної інфраструктури. Вона включає:

1. Виявлення загроз до моменту нанесення шкоди (раннє попередження).
2. Мінімізацію наслідків атак (локалізація ушкоджень).

3. Швидке відновлення працездатності транспортних мереж.
4. Адаптацію систем управління під мінливі умови середовища.

Це можливо лише за умов широкого використання сенсорних мереж, ШІ-алгоритмів, засобів зв'язку нового покоління та автономних платформ, які діють спільно в рамках єдиної системи.

БпАК (БпЛА) забезпечують:

1. Оперативний аеромоніторинг стану транспортних об'єктів (мости, автошляхи, залізниці).
2. Виявлення загроз і пошкоджень у реальному часі.
3. Супровід вантажів або колон у зонах підвищеної небезпеки.
4. Створення цифрових карт місцевості для швидкого реагування на інциденти.

НРТК – як наземними роботехнічними комплексами, – доповнюють функціонал БпЛА завдяки здатності діяти в умовах обмеженої видимості або радіоелектронного впливу. Вони застосовуються для:

1. Патрулювання транспортних маршрутів і периметрів стратегічних об'єктів.
2. Інженерної розвідки (виявлення вибухонебезпечних предметів, саботажних пристроїв).
3. Доставки критичних вантажів або евакуації в умовах бойових дій;
4. Створення автономних зон спостереження з вбудованими сенсорами, камерами, засобами зв'язку.

Справжню ефективність у захисті інфраструктури демонструє співпраця БпЛА і НРТК в єдину цифрову систему управління. Така система здатна:

1. Аналізувати дані з усіх сенсорів (дронів, роботів, камер, супутників).
2. Прогнозувати ризики (на основі ШІ-моделей і історичних даних).
3. Приймати автоматизовані рішення щодо переміщення техніки, закриття ділянок, перенаправлення руху.
4. Організовувати автономну роботу в умовах загроз – навіть без втручання оператора.

Інтеграція сучасних ІТ-рішень з БпАК та НРТК є ключовим напрямом підвищення цифрової стійкості транспортної інфраструктури. В умовах війни, терористичних загроз чи надзвичайних ситуацій ці технології дозволяють:

1. Зберегти контроль над логістичними шляхами.
2. Забезпечити безперервність транспорту.
3. Мінімізувати людські втрати.
4. Пришвидшити відновлення пошкодженої інфраструктури.

Впровадження таких рішень має стати стратегічним пріоритетом державної політики у сфері цифрової трансформації безпеки.

ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ТА ЯКОСТІ ПОКРИТТЯ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ: ГАРМОНІЗАЦІЯ З ЄВРОПЕЙСЬКИМИ СТАНДАРТАМИ

Зайко П. О., керівник проф. Курган М. Б.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний технічний стан дорожньої інфраструктури в Україні не повною мірою відповідає зростаючим навантаженням. Динамічний розвиток автомобільного парку та зростання навантаження на дорожню мережу України викликають прискорене зношення дорожнього покриття та підвищення аварійності. Ефективне утримання та ремонт доріг вимагають оперативної діагностики. Наразі в країні відчувається дефіцит ефективних систем первинної діагностики для своєчасного виявлення відхилень

експлуатаційних характеристик у динаміці. Зважаючи на прискорене зношення покриттів через великоваговий транспорт, необхідна розробка конструктивних рішень, що сприятимуть продовженню терміну експлуатації доріг та підвищенню безпеки руху.

В умовах обмеженого фінансування та збільшення кількості великогабаритного транспорту, модернізація інфраструктури та впровадження нових, науково обґрунтованих норм є критично важливими. Мета роботи – поліпшення та впровадження нових норм для підвищення безпеки руху під час проектування автомобільних доріг.

Оновлені державні будівельні норми (ДБН В.2.3-4:2015 зі Змінами 2019–2021 рр.) запровадили низку обов’язкових рішень, спрямованих на підвищення безпеки та якості дорожнього полотна шляхом гармонізації з європейською практикою (див. таблицю).

Напрямок реконструкції	Нововведення	Обґрунтування
Оптимізація ширини смуг	Звуження крайніх лівих смуг на найбільших трасах.	Світовий досвід показує: ширші смуги (3,75 м і більше) провокують рух двох машин в одній смузі, підвищуючи ризик ДТП. Звуження має на меті підвищити увагу водіїв.
Мінімальна ширина смуги	Збільшення мінімальної безпечної ширини смуги до 3 м (особливо для вантажного транспорту).	Рішення покликане підвищити безпеку руху, оскільки смуги 2,5 м вважалися небезпечними.
Захист водія	Проектування протизасліплюючих екранів та влаштування шумових смуг.	Екрани запобігають засліпленню фарами зустрічного транспорту, а шумові смуги підвищують увагу.
Екстрена допомога	Рекомендації щодо облаштування SOS-станцій для надання першої допомоги у надзвичайних ситуаціях.	Спрямовано на підвищення рівня дорожньої безпеки та оперативності допомоги.

Нові норми також стимулюють використання передових матеріалів та технологій для забезпечення довговічності автошляхів: запроваджено використання геосинтетиків для стримування розвитку тріщиностійкості та модифікованих бітумів для асфальтобетонних доріг, що сприятиме подовженню терміну експлуатації доріг. Дозволено проектування дорожньої розмітки зі світловідбиваючими вставками (лінзами), що є важливим кроком у підвищенні безпеки дорожнього руху в умовах недостатнього освітлення, особливо вночі.

Висновок. Комплексне впровадження змін до ДБН В.2.3-4:2015, здійснене у 2019 та 2021 роках, є стратегічним кроком України на шляху гармонізації з європейськими стандартами. Ці нововведення не лише підвищують безпеку та якість дорожнього покриття, але й закладають конструктивну основу для довготривалої експлуатації автошляхів в умовах постійного зростання транспортного навантаження.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ОПТИМАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПЕРЕЇЗДІВ НА СУМІЩЕНІЙ КОЛІЇ (1520/1435 ММ)

Іванов Р. В., керівник проф. Курган М. Б.

Український державний університет науки і технологій

Інтеграція України до європейської транспортної системи потребує розвитку залізничної інфраструктури з урахуванням міжнародних стандартів. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання суміщеної колії (1520/1435 мм), яка дозволяє забезпечити безперервний рух поїздів по українській і європейській колії без перевантаження вантажів. Це особливо актуально для західних прикордонних ділянок, де здійснюється стикування різних систем.

Одним із найскладніших інженерних завдань при впровадженні суміщеної колії є залізничні переїзди, які повинні одночасно відповідати вимогам безпеки руху залізничного та автомобільного транспорту. Наявність чотирьох рейкових ниток створює конструктивні складнощі: необхідно забезпечити правильне формування жолобів для різних колісних пар, захист від підвищеного зносу й мінімізацію вібрацій та шуму.

Метою дослідження стало техніко-економічне обґрунтування та вибір оптимальної конструкції настилу переїзду на суміщеній колії.

Для вирішення цього завдання використано метод аналізу ієрархій (МАІ), який дає змогу здійснити багатокритеріальне порівняння альтернативних варіантів. У структурі ієрархії було визначено мету – вибір оптимальної конструкції настилу; критерії – довговічність, вартість, ремонтпридатність, простота монтажу, шумозахисні властивості, стійкість до вібрацій; альтернативи – гумово-кордні настили, залізобетонні настили, еластомерні (типу STRAIL, ГВР), комбіновані модульні системи.

Попарні порівняння за шкалою Сааті дозволили визначити вагомість кожного критерію. Найбільшу вагу отримали довговічність (0,32) та ремонтпридатність (0,25), оскільки саме вони мають ключове значення для експлуатації переїздів із суміщеною колією. Вартість та шумопоглинання посіли середні позиції, тоді як простота монтажу й вібраційна стійкість отримали менші вагові коефіцієнти, але залишилися важливими для інтегральної оцінки.

За результатами розрахунків найбільш раціональним виявився варіант застосування еластомерних модульних настилів, які:

- забезпечують високу довговічність і стійкість до динамічних навантажень;
- дозволяють проводити локальний ремонт шляхом заміни окремих плит;
- характеризуються зниженим рівнем шуму та вібрацій;
- сумісні як із рейками 1520 мм, так і з додатковими нитками 1435 мм.

Залізобетонні настили поступаються через складність монтажу й більші витрати часу при ремонті. Гумово-кордні мають нижчу вартість, проте їхній термін служби обмежений. Комбіновані варіанти можуть бути ефективними, але потребують додаткових досліджень для умов інтенсивного руху.

Практичне значення результатів полягає у можливості застосування методики МАІ для прийняття рішень щодо реконструкції переїздів не лише на суміщеній, а й на стандартній колії. Впровадження сучасних модульних настилів дозволить знизити аварійність, покращити комфорт руху автомобільного транспорту та забезпечити надійну експлуатацію в умовах зростаючих обсягів перевезень.

**ВИКОРИСТАННЯ В РОЗРАХУНКАХ ДОСЛІДНИХ ДАНИХ
ЗАНУРЕННЯ ПАЛІ ЗІ СПІРАЛЬНОЮ ЛОПАТТЮ (ГЕОШУРУПІВ)
Ільницький І. М., керівник доц. Дубінчик О. І.
Український державний університет науки і технологій**

Однією з перших і головних проблем, яка постає перед проєктувальниками і будівельниками при зануренні геошурупів, є фактична втрата стійкості, а в деяких випадках міцності, оголовка чи стовбура палі при досягненні певної глибини занурення в ґрунт. Справа в тому, що опір ґрунту по бічній поверхні палі створює зусилля, яке формується при обертанні стовбура палі навколо власної вертикальної осі. Це зусилля створюється через тертя зовнішньої поверхні палі з частками ґрунту. Якщо помножити це зусилля на плече, яке дорівнює відстані від повздовжньої осі до зовнішньої поверхні стовбура палі, то ми отримаємо момент скручування палі. З урахуванням на те, що зі збільшенням глибини занурення одночасно зростає поверхня тертя, можливо зробити висновок, що з поступовим зануренням в ґрунт величина моменту скручування палі в певний момент часу напевно зросте до величини, яку вже не зможе витримати перетин палі.

Проблема проєктування полягає в тому, що немає розрахункових величин опору різних видів ґрунту по бічній поверхні палі під час занурення методом закручування. В існуючій документації, наприклад в додатку Н ДБН В.2.1-10-2009 зм.1 табл. Н.2.2, значення опору по бічній поверхні палі дуже низькі для такої задачі, бо вони призначені для розрахунку палі зі сприйняттям постійних високих експлуатаційних навантажень, тому якщо в розрахунок крутильного моменту при закручуванні палі прийняти ці данні, то потрібна міцність палі на дію моменту буде дуже мала. Через це трапляються випадки руйнування палі, а завдання запроектувати геошурупи довжиною від 4 до 6м стає не реальним, особливо в щільних ґрунтах, тому що проєктувальник не може розрахувати на яку глибину вдасться занурити палю.

В процесі дослідження способу розв'язання цієї проблеми необхідно притримуватись певної методики, яка полягає в тому, що занурення палі, тобто її закручування повинно відбуватися до моменту початку втрати стійкості стовбура. Якщо помножити геометричний момент опору перетину палі на розрахункову міцність її матеріалу, то ми отримаємо зусилля, яке виникає в цей момент (момент втрати стійкості перетину палі) через тертя часток ґрунту по зовнішній бічній поверхні стовбура палі. Розділивши отриману величину на плече, на довжину зануреного кінця палі і на периметр перетину палі, ми отримаємо значення опору ґрунту по бічній поверхні палі при закручуванні.

Звісно, що це буде виключний випадок опору для суто експериментальних умов, тобто для того ґрунту, який випробовувався з його ідентичними характеристиками. Але якщо скористатися значеннями табл. Н.2.2, враховуючи, що значення опору ґрунту по бічній поверхні при закручуванні прямо пропорційні значенням з таблиці, то стає можливим визначення опору для інших видів ґрунту.

Треба зазначити, що для проведення таких випробувань паля повинна бути з металеві труби, щоб по перше було видно початок втрати стійкості перетину, а по друге було можливим визначити момент опору перетину палі при закручуванні і по третє була достовірна інформація про розрахункову міцність матеріалу, з якого зроблено палю.

За результатами проведення зазначеного дослідного спостереження з подальшими розрахунками, були отримані данні, які в свою чергу були успішно застосовані для декількох подальших розрахунків очікуваної глибини занурення.

З розв'язанням проблеми визначення фактичного опору ґрунту по бічній поверхні

палі при закручуванні через можливість розрахунку проектного занурення паль в товщу ґрунту, стає можливим проектування гвинтових паль зі спіральною лопаттю для фундаментів більш відповідальних конструкцій зі значними навантаженнями. Використання таких видів паль стає не суто конструктивним, а повноцінним проектним рішенням, яке піддається розрахунку. З урахуванням того, що подібні палі використовуються, або для вирішення не стандартних завдань, або для пришвидшення темпів будівництва, такий досвід стає дуже корисним в перспективі відновлення та розбудови споруд транспортної інфраструктури України.

**КРИТИЧНА ІНФРАСТРУКТУРА В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ:
ВИКЛИКИ ТА СТРАТЕГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ**
Капінус І. О., керівник викл. Юрченко С. М.
Український державний університет науки і технологій

В Україні критична інфраструктура перебуває під постійним тиском гібридних загроз, що поєднують військові дії, масовані кібератаки, диверсії, інформаційні кампанії та економічний тиск з боку противника. Особливо вразливими є енергетичний сектор, транспортні вузли, телекомунікації, фінансова система, сфера охорони здоров'я та оборонно-промисловий комплекс. Руйнування або виведення з ладу цих об'єктів безпосередньо впливає на обороноздатність, стабільність функціонування держави та життєдіяльність суспільства.

Проблема полягає в тому, що наявні механізми захисту не завжди відповідають масштабам і комплексності гібридних загроз. Відсутність достатньої інтеграції між державними органами, приватними структурами та міжнародними партнерами знижує ефективність реагування. Крім того, недостатньо розроблені довгострокові стратегічні рішення, спрямовані на підвищення стійкості критичної інфраструктури до багатовимірних атак.

Метою дослідження є комплексне осмислення проблеми забезпечення стійкості критичної інфраструктури України в умовах гібридних загроз та формування науково обґрунтованих стратегічних підходів до її захисту. Дослідження спрямоване на визначення ключових викликів, що постають перед державою у сфері енергетичної, транспортної, інформаційної, фінансової та оборонної інфраструктури, а також на пошук ефективних механізмів їх подолання.

Досягнення цієї мети передбачає розроблення рекомендацій щодо удосконалення державної політики, посилення міжсекторальної взаємодії, впровадження інноваційних технологій захисту, підвищення готовності суспільства та інституцій до реагування на багатовимірні загрози. Очікуваним результатом є формування стратегічного бачення, яке дозволить підвищити стійкість критичної інфраструктури та забезпечити безперервне функціонування держави навіть у кризових умовах.

Має стати науково обґрунтована система стратегічних рішень та практичних рекомендацій, спрямованих на підвищення стійкості критичної інфраструктури України в умовах гібридних загроз. Зокрема, очікується:

1. Виявлення основних вразливостей критичної інфраструктури та чинників, що знижують її стійкість;
2. Класифікація гібридних загроз і визначення їхнього впливу на ключові сфери функціонування держави;
3. Обґрунтування підходів до формування комплексної державної політики у сфері захисту критичної інфраструктури;
4. Розроблення практичних рекомендацій щодо координації дій державних органів, бізнесу та суспільства;

5. Формування стратегічного бачення довгострокового підвищення стійкості інфраструктурних систем на національному рівні.

Таким чином, результати дослідження сприятимуть посиленню національної безпеки України, забезпеченню стабільності функціонування держави та підвищенню її готовності до протидії сучасним і майбутнім гібридним загрозам.

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ПІДСИЛЕННЯ СХИЛІВ ТА УКОСІВ ІНЖЕНЕРНИМИ СПОРУДАМИ

Кільдєєв В. Р., керівник проф. Тютюкін О. Л.

Український державний університет науки і технологій

Сьогодні в якості будівельних площадок нерідко використовують території, які безпосередньо примикають до діючих зсувів або розміщені на берегових схилах річок, ярів, балок. Це значить, що в якості основ будівель і споруд використовують ґрунтові масиви, які знаходяться в складних інженерно-геологічних умовах.

Закріплення укосів і схилів є актуальною проблемою у зв'язку із дефіцитом вільних земельних площ, освоєнням зсувонебезпечних територій під будівництво, а також активізацією і появою нових зсувів, обумовлених втручанням людини в навколишнє середовище. Параметри навантаженого схилу впливають на стан споруди, що зводиться на ньому, оскільки схил є його основою. Порушення стійкості схилів є причиною величезних матеріальних збитків і можливих людських жертв. Тому контроль над цими процесами дуже важливий в ході зведення і експлуатації висотних житлових будинків.

Метою інженерного захисту території і будівельних об'єктів від руйнівної дії зсувних процесів є попередження, усунення або зменшення їх негативного впливу.

До інженерних споруд, якими закріплюють схили і укоси відносяться:

- берегозахисні споруди – це комбіновані підпірні стінки вздовж річок, які влаштовують на пальових фундаментах. Ці споруди влаштовують на ділянках, де основи схилів контактують із водоймами;
- споруди на поверхні схилу – це ґрунтові контрбанкети та залізобетонні контрфорси біля підніжжя схилу. Застосування габіонів підвищує стійкість схилів контрбанкетів практично будь-якого ухилу;
 - буронабивні палі;
 - металеві або залізобетонні палі-оболонки;
 - анкерні конструкції в ґрунті, які за останні роки набули в Україні широкого розповсюдження;
- підпірні стіни: масивні, гнучкі, консольні, комбіновані. Стіни можуть бути виготовлені із каменю, бетону, бутобетону і монолітного та збірного залізобетону навіть із дерева;
- закріплення схилу сітками має найкраще співвідношення міцності до ваги, що дозволяє створювати гарантовано надійні, візуально привабливі та екологічні технічні рішення;
- шпунтове огороження. Використовуються наступні види шпунта: шпунт Ларсена; трубчастий шпунт (сталеві палі); профільний шпунт – Z, S-подібної та плоскої форми шпунтова огорожа за рахунок стикування в замок є повністю герметичною конструкцією. Крім механічного обмеження можливості переміщення ґрунту, шпунтова стінка зменшує ризик водної ерозії рельєфу, що дуже важливо при зміцненні укосів.

Закріплення укосів та схилів раціонально проводити у випадках, коли на ділянці присутні: яри, схильні до збільшення розмірів; різкий обрив чи крутий схил, із значним

ризиком зсуву; штучно сформовані насипи, недостатня щільність яких потребує стороннього закріплення ґрунту; пологі укоси або схили, що обмежують можливості цільової експлуатації ділянки, вирівнювання яких фінансово недоцільне.

В основному зсувні процеси відбуваються виключно на схилах та укосах, у будові яких беруть участь глинисті та лесоподібні породи. Вони небезпечні для всіх видів будівель та інженерних споруд, розташованих на схилах. Тому вибір правильного методу закріплення схилу має велике значення як для самого схилу так і для споруд, які знаходяться біля зсувної ділянки.

БЕЗСТИКОВА КОЛІЯ НА СВІТОВІЙ МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ

Костюrenchко С. В., керівник доц. Арбузов М. А.

Український державний університет науки і технологій

На світовій мережі залізничної колії безстикова конструкція має однакові базові принципи незалежно від країни та одночасно має регіональні особливості. Фундаментальний (базовий) принцип полягає в тому, що використовуються рейки значної протяжності (пліти) і їх середня частина від зміни температури не змінює свою довжину. Через це в рейкових плітях виникають температурні механічні напруження (внутрішні), які інженери Британії називають «locked-up stresses» – «замкненими напруженнями». У звичайній колії рейки вільно розширюються та стискаються залежно від зміни температури. Однак при LWR (LWR – «long welded rail» – «довга зварена рейка», «рейкова пліть») центральна частина зварної рейки залишається нерухомою, тоді як лише кінцеві частини (відомі як «breathing lengths» – «довжини дихання», «дихаючі кінці») рухаються через коливання температури. Тому в центральній частині зварної рейки виникають температурні стискаючі сили.

Сили, що виникають через коливання температури, вимагають, щоб залізнична колія була побудована відповідно до технічних вимог. Технічні вимоги гарантують, що матеріали, конструкція та деталі зможуть протистояти цим силам.

Для розуміння застосування різних типів рейок у європейській залізничній галузі важливо знати різні типи зварних конфігурацій рейок, що використовуються в сучасних залізничних системах. Застосовуються такі зварні конфігурації рейок:

- коротка зварена рейка (SWR);
- довга зварна рейка (LWR);
- безперервна зварна рейка (CWR).

Коротка зварна рейка (SWR) складається з 3...5 зварених разом рейок. На залізницях встановлено стандарт довжини 3-х рейок (39 метрів для широкої колії та 36 метрів для метрової). Ключовою характеристикою SWR є те, що вона розширюється та стискається по всій своїй довжині у відповідь на зміну температури, дотримуючись нормальних принципів розширення/стискання.

Довга зварена рейка (LWR) визначається як відрізок зварної рейки, центральна частина якої не зазнає жодного поздовжнього руху через коливання температури.

Щоб залізнична ділянка функціонувала як LWR, вона зазвичай повинна бути:

- більше 250 метрів на широкій колії;
- більше 500 метрів на метровій колії;
- максимальна довжина зазвичай обмежується однією секцією блок-ділянки;

У країнах з помірним кліматом довжина дихання (ділянка, яка рухається зі зміною температури) зазвичай становить близько 90-130 м на кожному кінці для ширококоліїних колій.

Безперервна зварна рейка (CWR) – це, по суті, довга зварна рейка (LWR), яка проходить через стрілки та переїзди на станціях. Вона являє собою наступний етап

еволюції в технології зварних рейок, що дозволяє створювати ще довші безперервні ділянки та зменшити кількість рейкових стиків. Деякі сучасні залізничні системи впроваджують безперервну зварну рейку (CWR) на кілька миль без будь-яких стиків.

Таким чином, вітчизняна безстикова колія відповідає європейській LWR.

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИБОРУ ТИПУ ПЕРЕТИНУ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ ІЗ ЗАЛІЗНИЧНИМИ КОЛІЯМИ В УКРАЇНІ

Кузнєцов Я. О., керівник ст. викл. Лужицький О. Ф.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток транспортної інфраструктури України потребує особливої уваги до проблеми облаштування перетинів автомобільних доріг із залізничними коліями. Сьогодні на території держави функціонує велика кількість залізничних переїздів в одному рівні. Це створює труднощі з точки зору безпеки дорожнього руху, непродуктивних простоїв автотранспорту та відповідності сучасним нормативним вимогам.

Вибір типу перетину зумовлюється низкою факторів: інтенсивністю автомобільного та залізничного руху, категорією дороги, швидкістю руху поїздів, топографічними та умовами, а також соціально-економічною доцільністю. Важливим аспектом є рівень аварійності та стратегічна важливість конкретної ділянки. В Україні чимало переїздів розташовані на дорогах міжнародного та національного значення, що вимагає підвищених стандартів безпеки.

До основних проблем, що виникають в однорівневих перетинах автомобільної дороги і залізниці, це висока аварійність, яка часто зумовлена порушенням правил водіями через тривале очікування під час закриття шлагбаумів. також пропускна здатність таких перетинів обмежена, що особливо відчутно на ділянках з інтенсивним рухом. Крім того, обслуговування сигналізаційних систем та огорожень потребує значних фінансових витрат. У воєнних умовах ці об'єкти є вразливими до пошкоджень, що ще більше загострює проблему.

Різнорівневі перетини у вигляді шляхопроводів або тунелів забезпечують значно вищий рівень безпеки та безперервність транспортних потоків. Вони дозволяють уникнути заторів та зменшити кількість аварійних ситуацій. Водночас їх будівництво потребує значних капіталовкладень, земельних ресурсів, що обмежує можливості масового впровадження. Тому на практиці виникає потреба у розробленні чітких критеріїв пріоритетності щодо заміни або модернізації небезпечних переїздів.

Нормативна база України містить вимоги щодо облаштування перетинів, проте значна частина інфраструктури не відповідає сучасним стандартам. У багатьох випадках використовуються застарілі системи світлофорної сигналізації та огорожувальні пристрої, які не забезпечують належного рівня безпеки. На відміну від цього, у країнах ЄС та США активно реалізуються програми ліквідації перетинів в одному рівні, а Японія практично повністю перевела залізничні колії на естакади й тунелі у великих містах.

Серед перспективних напрямів розвитку варто відзначити впровадження інноваційних технологій. Це, зокрема, системи автоматичного попередження водіїв, інтеграція переїздів у єдині центри управління дорожнім рухом, використання датчиків і відеонагляду для моніторингу стану об'єкта.

В умовах воєнних та післявоєнних викликів питання вибору типу перетину з залізничними коліями набуває особливого значення. Руйнування транспортної інфраструктури збільшує навантаження на збережені об'єкти, що потребує швидкого відновлення та модернізації. Тимчасові рішення у вигляді модульних шляхопроводів

або пересувних систем огороження можуть бути ефективними у кризових ситуаціях, проте стратегічно важливим завданням є створення безпечних і довговічних різнорівневих розв'язок.

Таким чином, проблема вибору типу перетину із залізничними коліями в Україні має комплексний характер. Вона поєднує технічні, економічні та безпекові аспекти й вимагає науково обґрунтованих підходів. Найбільш перспективним шляхом розвитку є поетапна модернізація переїздів із пріоритетом для найбільш аварійних ділянок та впровадження інтелектуальних систем управління. Це дозволить забезпечити безпечний та ефективний транспортний рух, що є ключовим фактором для сталого розвитку транспортної інфраструктури держави.

МІКРОТУНЕЛЮВАННЯ – СУЧАСНИЙ СТАН І МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ В МІСТІ ДНІПРО

Купрік І. Б., керівник доц. Купрій В. П.

Український державний університет науки і технологій

Зростання міст, необхідність прокладання нових та заміни старих комунікацій з мінімальним впливом на поверхню. Механізми для мікротунелювання широко використовуються в різних геологічних умовах. Вони запроєктовані для ефективної розробки ґрунту при одночасному встановленні опор. Їх основною функцією є тунелювання через різноманітні геологічні та гідрологічні умови, з забезпеченням не порушення забудованої поверхні міст.

Порівняння основних типів прохідницького обладнання для мікротунелів діаметром до 3 м в залежності від геологічних умов.

Основні етапи робіт при мікротунелюванні: стартовий та приймальний котловани, прохідницький щит (MTBM), силова установка (домкратна станція), система видалення ґрунту, система навігації, продавлювання оправи (труб).

Для успішного розв'язання задачі мікротунелювання в містах необхідно вирішити ключові питання: (мінімальне розкриття поверхні, точність, можливість роботи у складних геологічних та гідрогеологічних умовах).

Основні типи прохідницького обладнання (MTBM) для діаметрів до 3 м.:

Щити з гідропривантаженням (Slurry Shields / AVN – Automatische Vortriebsmaschine Nassförderung. Широкий спектр ґрунтів, особливо незв'язні водонасичені (піски, гравій), нестабільні ґрунти. Добрий контроль тиску на забій.

Щити із ґрунтопривантаженням (EPB – Earth Pressure Balance Shields). Застосовуються переважно зв'язні та змішані ґрунти (глини, суглинки, супіски), здатні утворювати пластичну масу для створення привантаження.

Шнекові прохідницькі машини (Auger Boring Machines).

Застосовуються переважно у стабільних зв'язаних та напівзв'язних ґрунтах вище рівня ґрунтових вод (РГВ).

Можливо) Інші / Гібридні системи

Застосовуються для скельних і полускельних ґрунтів .

Порівняльний аналіз обладнання:

Критерії для порівняння:

- Діапазон діаметрів (у межах до 3 м).
- Застосовні типи ґрунтів.
- Робота з ґрунтовими водами (вище/нижче РГВ).
- Точність проходки / Система навігації.
- Максимальна довжина проходки (відносно).
- Спосіб видалення ґрунту (складність, екологічність).

- Вимоги до стартового/приймального котлованів.
- Швидкість проходки (відносно).
- Складність експлуатації та обслуговування.

Орієнтовна вартість (капітальні та операційні витрати – можна вказати як «висока», «середня», «низька»).

ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ДІЛЯНКИ ЗАЛІЗНИЦІ З ОБҐРУНТУВАННЯМ СПОСОБУ ВИКОНАННЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

Кушнір С. О., керівник доц. Байдак С. Ю.
Український державний університет науки і технологій

Сучасний етап розвитку транспортної галузі України супроводжується необхідністю масштабного оновлення та відновлення інфраструктури. Залізничний транспорт, будучи базовою складовою єдиної транспортної системи, відіграє ключову роль у забезпеченні вантажних і пасажирських перевезень, інтеграції до європейських транспортних коридорів TEN-T і формуванні стійкої логістичної системи. При цьому особливого значення набуває ефективна організація будівництва нових ділянок залізниць, де важливим і найбільш трудомістким видом робіт є земляні роботи.

Мета дослідження полягає у розробці проекту організації будівництва ділянки залізниці та обґрунтуванні способу виконання земляних робіт із урахуванням технічних, економічних, екологічних та безпекових факторів.

У процесі дослідження проведено аналіз природно-географічних умов району будівництва, виконано розрахунки обсягів виїмок і насипів (загальний обсяг близько 2755 тис. м³, що відносить об'єкт до IV категорії складності), складено календарний графік та визначено потребу в технічних і трудових ресурсах. Встановлено, що загальна тривалість будівництва становить орієнтовно 40 місяців, що потребує ретельного планування та високого рівня механізації.

Обґрунтування способів виконання земляних робіт здійснювалося з урахуванням: категорії та фізико-механічних властивостей ґрунтів; обсягів переміщення та відстаней транспортування; оптимальної сфери застосування екскаваторних, бульдозерних і скреперних комплексів; продуктивності машин і витрат паливно-енергетичних ресурсів; трудових ресурсів і термінів реалізації.

Визначено, що для великих обсягів виїмок доцільно застосовувати екскаваторно-самоскидні комплекси, які забезпечують високу продуктивність і універсальність. Для формування насипів на короткі відстані економічно вигідним є використання скреперів, які поєднують функції виїмки, транспортування й відсіпання ґрунту. Бульдозери рекомендовано застосовувати для переміщення ґрунту на відстань до 100 м та виконання допоміжних операцій.

Важливим напрямом підвищення ефективності робіт є впровадження цифрових технологій: створення 3D-моделей місцевості та цифрових карт ґрунтів; використання ГІС і BIM-технологій для планування; систем автоматизованого керування будівельними машинами. Це забезпечує підвищення точності робіт, зменшення перевитрат матеріалів і пального, скорочення термінів будівництва.

Окремо приділено увагу питанням екологічної безпеки: передбачено відведення поверхневих і ґрунтових вод, укріплення укосів георешітками та біоматами, рекультивацію ґрунтів після завершення будівництва.

Організаційна схема будівництва передбачає три етапи:

1. Підготовчий – геодезичні вишукування, розчищення території, облаштування будівельної бази, під'їзних доріг та інженерних мереж.
2. Основний – земляні роботи, будівництво штучних споруд (мости,

водопропускні труби), укладання верхньої будови колії.

3. Заклучний – планування території, благоустрій, введення об'єкта в експлуатацію.

Таким чином, розроблена організаційна схема будівництва ділянки залізниці з урахуванням обґрунтованих способів виконання земляних робіт дозволяє досягти оптимального поєднання технічних, економічних і екологічних рішень. Це сприяє підвищенню ефективності та безпеки будівельного процесу, скороченню термінів реалізації проекту та створенню надійної інфраструктурної основи для розвитку залізничного транспорту України.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ КОЛІЇ ТА ПРОЦЕСІВ ЗНОСУ РЕЙОК **Лікаренко А. Ю., керівник проф. Курган Д. М.** **Український державний університет науки і технологій**

Надійність та довговічність рейкових колій є ключовими факторами безпеки та ефективності залізничного транспорту. Одним із головних обмежень експлуатації рейок виступає їх поступовий знос, що призводить до передчасних відмов та потреби в заміні. Особливо гостро ця проблема проявляється на кривих ділянках колії, де через дію бокових сил інтенсивність зношування головки рейки значно зростає.

В умовах збільшення швидкостей руху поїздів та підвищення осьових навантажень питання прогнозування зносу рейок набуває особливої актуальності. Від своєчасного визначення залишкового ресурсу залежить не лише економічна ефективність утримання інфраструктури, а й безпека руху поїздів.

Дослідження впливу радіуса кривої, конструкції та стану колії на інтенсивність зносу дозволяє розробляти науково обґрунтовані методи планування ремонтів і заміни рейок. Це сприяє раціональному використанню матеріальних ресурсів та підвищує надійність функціонування залізничної мережі в цілому.

Надмірний знос змінює профіль колеса-рейки, що може призвести до підвищеного ризику сходу поїзда з рейок.

Метою роботи є оцінка впливу радіуса кривої та стану колії на знос рейок з урахуванням експлуатаційних умов та властивостей матеріалів.

Залізничні рейки зазнають поступових відмов, головною причиною яких є знос головки рейки. Саме він визначає граничний термін їх експлуатації, особливо в кривих ділянках колії з малими радіусами.

Форма зносу є складною, проте умовно його поділяють на вертикальний та горизонтальний (боковий). Для оцінки довговічності рейок використовується поняття приведенного зносу.

Критерієм граничного зносу також є площа зношеної поверхні, яка не повинна перевищувати допустиме значення. Поточний знос оцінюють через питомі характеристики ($\text{мм}^2/\text{млн}\cdot\text{т}\cdot\text{брутто}$), що дозволяє визначати пропущений тоннаж до суцільної заміни рейок.

У дослідженні використовується методика розрахунку, яка враховує вплив таких наступних факторів на інтенсивність зносу рейки: радіус кривої – менший радіус підвищує горизонтальні сили та прискорює боковий знос; стан та конструкція колії – якість баласту, підрейкової основи та її пружні характеристики впливають на розподіл навантажень; якість рейкової сталі – термозміцнені рейки мають значно кращу стійкість до зносу; умови зчеплення колеса з рейкою – вологість, ожеледиця, температура впливають на інтенсивність контактного ковзання; статичне колісне навантаження та геометрія колеса – визначають основну частину передачі навантаження на рейку.

Результати моделювання дозволяють встановити залежності між радіусом кривої, станом колії та швидкістю зносу рейок. Це дає можливість прогнозувати термін служби рейок, оптимізувати графіки ремонту та заміни, а також знижувати витрати на утримання колії.

ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ НА РОЗДІЛЬНИХ ПУНКТАХ

Лікаренко Д. Ю., керівник доц. Байдак С. Ю.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток залізничного транспорту є важливим елементом сталого економічного зростання країни, оскільки він забезпечує швидке, безпечне й економічно вигідне перевезення пасажирів та вантажів. В умовах сучасних викликів, зумовлених воєнним станом, необхідністю відновлення пошкоджених діляниць та інтеграцією до європейської транспортної системи TEN-T, питання підвищення швидкості й ефективності залізничних перевезень набуває особливої актуальності.

Одним із ключових напрямів підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту є збільшення швидкості руху поїздів, зокрема на роздільних пунктах. Саме вони визначають пропускну здатність мережі, організацію поїздообігу, виконують функції пропуску, маневрування та розподілу руху. Оптимізація роботи цих пунктів дозволяє скоротити час простою поїздів, підвищити ефективність використання колій, технічних засобів та людських ресурсів.

Проблематика підвищення швидкості на роздільних пунктах охоплює два основних аспекти. Відхилення фактичних параметрів плану від проєктних значень призводить до підвищення динамічних сил взаємодії між колесами й рейками, що зумовлює прискорений знос елементів верхньої будови колії, зниження безпеки та комфорту руху.

Для подолання цих проблем застосовуються сучасні методики розрахунку й виправлення кривих. Важливим орієнтиром є чинні українські норми, зокрема ДБН В.2.3-19-2018 «Залізниця колії 1520 мм. Норми проєктування» та галузеві інструкції Укрзалізниці, які регламентують вимоги підвищення швидкості руху до 160 км/год. Під час модернізації та капітального ремонту колії передбачаються роботи з відновлення проєктних радіусів, збільшення параметрів кривих, укріплення земляного полотна та перебудови станційних горловин.

Методи дослідження включають інженерно-геодезичні вишукування, математичне моделювання, економічну оцінку, а також використання сучасних програмних комплексів. Це дає змогу обґрунтувати вплив реконструкції на тягово-енергетичні показники локомотивів, зокрема витрату пального або електроенергії, тривалість тягових і гальмівних режимів, коефіцієнт корисної дії та навантаження на окремі вузли.

Очікувані результати реалізації заходів:

- підвищення максимальної швидкості руху поїздів і скорочення часу перевезень;
- раціональне використання енергоресурсів та зменшення експлуатаційних витрат;
- зниження зношуваності інфраструктури та продовження строку служби рухомого складу;
- підвищення рівня безпеки та комфорту для пасажирів;
- інтеграція українських залізниць у європейську систему швидкісного руху.

Таким чином, реконструкція роздільних пунктів є стратегічним завданням для розвитку транспортної системи України, що забезпечить її стійкість у воєнний та

післявоєнний період, сприятиме економічному зростанню й інтеграції до європейського ринку перевезень.

ЗАДАЧА ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТРІЧКОВОГО ФУНДАМЕНТУ НА СЛАБКІЙ ОСНОВІ, ЩО ПІДСИЛЕНА БЛОКАМИ З ГРУНТОЦЕМЕНТУ

Мазуренко М. В., керівник доц. Дубінчик О. І.

Український державний університет науки і технологій

Застосування ґрунтоцементу для підсилення слабких основ на сьогодні є досить розповсюдженим на території України. Цей матеріал, що створюють безпосередньо на місці спорудження фундаменту, частіш усього влаштовують шляхом використання буроін'єкційної або бурозмішувальної технологій.

Ці технології мають широке впровадження в українському цивільному будівництві, але їхня реалізація, особливо для буроін'єкційної, є витратною по причині застосування спеціального обладнання. Також складність в науково-методологічному плані полягає в тому, що елементом підсилення, що створюється на основі вказаних технологій, є паля, мікропаля або стовп, тобто стрічковий фундамент, що є протяжною плитою, підсилюється лише у визначених методикою розрахунку точках.

Рішення технологічної та науково-методологічної задач можливе при застосуванні не вертикальних елементів підсилення, а суцільного підсилення, що характерне, наприклад, під час ущільнення слабого ґрунту шляхом трамбування або укочування. Поєднуючи ці вихідні дані, пропонується актуальне дослідження підсилення слабкої основи блоками з ґрунтоцементу, які створюються на місці спорудження стрічкового фундаменту.

Такий вид підсилення методологічно схожий на ущільнення ґрунту, але технологічно виконується за іншою схемою, а саме елементи ущільнення створюються на основі руйнування ґрунту основи й подальшого перемішування із цементно-піщаним розчином визначеного складу.

Задачами дослідження є:

- провести аналіз сучасного стану підсилення слабких основ для стрічкових фундаментів з посиленням вивченням застосування буроін'єкційної або бурозмішувальної технологій, а також технології створення блоків з ґрунтоцементу;
- визначити методологію та методику пошуку напружено-деформованого стану стрічкового фундаменту на слабкій основі, що підсилена блоками з ґрунтоцементу, які б дозволяли проводити параметричний аналіз;
- провести параметричний аналіз на основі серій створених моделей, в яких змінено деформативний параметр та розміри блоків;
- визначити закономірності напружено-деформованого стану стрічкового фундаменту на слабкій основі, що підсилена блоками з ґрунтоцементу;
- розробити рекомендації щодо підбору деформативного параметру та розмірів блоків для визначеного діапазону слабких ґрунтів.

Таким чином, мета наукового дослідження полягає у визначенні закономірностей напружено-деформованого стану стрічкового фундаменту на слабкій основі, що підсилена блоками з ґрунтоцементу, в ході параметричного аналізу, тобто зміни деформативного параметру блоків, пов'язаного з витратою цементу, а також їхніх розмірів, що можливі під час реалізації технології.

БЕЗПЕКА ТА СТІЙКІСТЬ ЛОГІСТИЧНИХ І ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ВОЄННИХ ЗАГРОЗ: ЕКОНОМІЧНІ ВИКЛИКИ, МІЖГАЛУЗЕВІ РІШЕННЯ, ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР ТА МІЖНАРОДНА ПІДТРИМКА

Масний А. А., керівник викл. Юрченко С. М.

Український державний університет науки і технологій

В умовах воєнних загроз транспортні системи України опинилися під значним тиском, оскільки вони виконують критичну роль у забезпеченні обороноздатності держави, функціонуванні економіки та задоволенні потреб населення. Руйнування інфраструктури, дефіцит кадрів та високі ризики для безпеки перевезень формують нові виклики. Поряд із цим виникає потреба у адаптації систем постачання до змінних умов, інтеграції цифрових технологій, а також налагодженні ефективної взаємодії між державними, приватними та міжнародними структурами.

Метою дослідження є визначення ключових економічних викликів, що постали перед логістичними та транспортними системами України а також виявлення ефективних міжгалузевих і міжнародних рішень для забезпечення безпеки, адаптивності та стабільності логістичних процесів. Дослідження спрямоване на формування науково-практичних рекомендацій щодо розвитку логістичної інфраструктури.

Логістична галузь України в умовах війни опинилася перед комплексом взаємопов'язаних викликів, що торкаються як внутрішніх перевезень, так і міжнародної торгівлі: руйнування транспортної інфраструктури, блокування морських та авіаційних маршрутів, зростання вартості логістичних операцій і дефіцит кваліфікованих кадрів, що загострює проблеми доставки вантажів та обслуговування техніки; водночас ключовим напрямом трансформації стало переорієнтування потоків на сухопутні коридори та створення нових логістичних хабів із підвищеною мобільністю та резервними можливостями.

У цьому контексті особливу роль набувають заходи оборони від ворожих безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і пов'язані з ними протидії, оскільки загроза від дронів прямо впливає на безпеку логістичних вузлів, перевезень і персоналу: для забезпечення стійкості ланцюгів постачання необхідно інтегрувати мультисенсорні системи раннього виявлення (радіолокаційні, акустичні, оптичні та радіоелектронні елементи), патрулювання дружніми БПЛА-розвідниками та централізовані центри оперативного реагування, які в режимі реального часу обмінюються даними з логістичними диспетчерськими системами; одночасно потрібно впроваджувати правила оцінки загрози і чіткі протоколи реагування, що включають категоризацію об'єктів, пріоритети захисту, процедури верифікації цілей та законодавче підґрунтя застосування заходів у межах правового поля.

Практичні організаційні й технічні заходи, які підвищують стійкість логістики, включають багаторівневу систему захисту: пасивні заходи (укріплення критичних об'єктів, маскування, розосередження, дублювання позицій, встановлення буферних зон і контроль доступу), активні заходи (тактичні протидронні групи із чіткими правилами застосування вогневої сили, організаційні положення для мобілізації охоронних підрозділів та контрактних груп) та інструментальні заходи (адміністративні обмеження повітряного простору, застосування законних засобів радіоелектронного придушення і кіберзахисту за узгодженням із військовими структурами та з урахуванням мінімізації впливу на цивільні мережі).

Важливо, що операційні процедури безпеки під час інциденту повинні бути інтегровані в логістичні регламенти: оповіщення персоналу та населення, евакуація і створення притулків, організація медичної та аварійної готовності, фіксація інцидентів

і передача розвіданих компетентним силам для цілеспрямованих дій. Технологічна складова протидії БПЛА тісно пов'язана з цифровізацією логістики: інтеграція C4ISR і систем управління ланцюгами постачання дозволяє оперативно змінювати маршрути, перенаправляти вантажі на резервні хаби, перерозподіляти ресурси та мобілізувати ремонтні бригади; автоматизація складів, застосування Big Data та цифрових двійників підвищують прогнозованість логістичних процесів і скорочують час відновлення після інциденту. Навчання, регулярні тренування, відпрацювання сценаріїв та міжвідомча взаємодія є критичними складовими – лише постійні тренування дозволяють відпрацювати протоколи і зменшити ризики помилок під час реальних атак.

Не менш важливою є оцінка правових, етичних та комунікаційних аспектів: прозорість дій, документування, відповідальність і чітка міжвідомча координація знижують ризики побічних втрат та підвищують суспільну довіру. Після інцидентні дії – оперативна оцінка шкоди, відновлення логістичних маршрутів, комунікація з громадськістю та аналіз інциденту – мають бути стандартною процедурою для зниження повторюваних ризиків. Загалом, інтеграція заходів оборони від БПЛА в загальну стратегію логістики – від планування маршрутів до організації хабів і складів – значно підвищує адаптивність та стійкість транспортних систем, знижує збої у постачанні і дозволяє ефективніше використовувати обмежені людські та матеріальні ресурси в умовах воєнних загроз.

Додатково слід виділити механізми, які прискорюють відновлення та зменшують вплив інцидентів: створення мобільних ремонтно-відновлювальних бригад; розгортання тимчасових укриттів і модульних логістичних майданчиків, що дозволяють перенаправляти потоки без тривалого простою; впровадження резервних каналів зв'язку з автоматичним переключенням та прийняттям рішень за пріоритетами вантажів; формування локальних мереж постачальників і коопераційних угод для швидкого перебезування запасів; фінансові механізми страхування ризиків та фонди швидкого реагування для покриття екстрених витрат; активне залучення місцевих громад і волонтерських мереж до забезпечення безпеки та логістичної підтримки.

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ШАХТНОГО СТОЛУ МЕТРОПОЛІТЕНУ ПРИ ВАРІАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ БУРОСІЧНИХ ПАЛЬ ТА ПОЯСІВ

Місюра А. А., керівник доц. Мірошник В. А.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток підземного будівництва в Україні, зокрема спорудження метрополітенів, в довоєнний період базувався на широкому впровадженні європейських концепцій зведення. Так, в Дніпровському метрополітені в 2016-2022 рр. успішно імплементувалися основи NATM (Новоавстрійського методу спорудження тунелів), монолітний спосіб спорудження виробок великого перерізу, а також застосування буросічних палів для кріплення шахтних стволів.

Раніше всі згадані методики в українському досвіді спорудження метрополітенів зустрічалися спорадично, не отримуючи достатнього наукового обґрунтування. Така ситуація в підземному будівництві пояснювалася тяжінням до індустріального виготовлення елементів кріплення, тобто до концепції збірного будівництва. Однак, новий досвід, перерваний широкомасштабним вторгненням РФ в Україну, був не просто позитивним, а таким, що мав би змінити концепцію підземного будівництва, якщо б був втілений в повному обсязі.

В Дніпровському метрополітені були споруджені чотири шахтні стовбури з буросічних палів, експлуатація котрих довела ефективність такої конструкції. Проте конструкція таких шахтних стволів не є достатньо обґрунтованою і потребує

досліджень, що будуть направлені на параметрів її елементів. Відповідно, визначена наукова задача є актуальною для підземного будівництва та будівництва загалом.

Намічені наступні задачі дослідження:

- проаналізувати методологічні підходи до розрахунку конструкцій шахтних стволів, зокрема тих, що споруджуються з буросічних паль, й визначити адекватні підходи до пошуку напружено-деформованого стану та силових факторів в елементах таких конструкцій;
- розробити основи для математичного моделювання шахтних стволів, що споруджуються з буросічних паль, які дозволять повною мірою виконати варіацію параметрів елементів (діаметр буросічних паль; поперечний переріз обв'язувальної балки; поперечний переріз та відстань між залізобетонними поясами);
- визначити закономірності напружено-деформованого стану і силових факторів в конструктивних елементах шахтного стволу метрополітену;
- на основі отриманих закономірностей скоригувати параметри елементів шахтного стволу метрополітену, що споруджується з буросічних паль.

Метою наукового дослідження є обґрунтування конструкції шахтного стволу метрополітену шляхом варіації параметрів буросічних паль та поясів із визначенням закономірностей напружено-деформованого стану і силових факторів, які дозволять подальше проектування подібних конструкцій, базуючись на знанні їхнього розподілу.

АНАЛІЗ КОНЦЕПЦІЇ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД НА ПРИКЛАДІ ПІЛОННОЇ СТАНЦІЇ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Міщенко О. О., керівник проф. Тютюкін О. Л.

Український державний університет науки і технологій

Проектування схеми метрополітену, що притаманне умовам Радянського Союзу та пострадянського простору, базується на створенні первинних станцій, що мають глибоке закладення, потім поступово зменшують глибину і, за можливості ліній, виходять на поверхню або будуються на спеціальних естакадах. Таке проектування генеральної схеми значно відрізняється від європейської та, ширше, світової практики, оскільки метрополітени Європи (Берлін, Мадрид, Париж, Краків, Варшава, Лондон тощо), Азії (міста Японії, Китаю, Південної Кореї тощо), Австралії та Північної Америки частіш усього закладаються у мілкому варіанті.

Така ситуація має об'єктивні причини, оскільки в СРСР метрополітен був не лише транспортною системою, а й виконував подвійне призначення, будучи укриттям від бомбово-ракетних ударів, в тому числі і в ядерному варіанті. Три метрополітени України (Київський, Харківський та Дніпровський) також розраховувалися для виконання подвійного призначення, однак експлуатація в мирний час дещо відсунула задачі цього напрямку.

Наразі, під час повномасштабної війни російської федерації проти України, подвійне призначення метрополітенів як укриттів від масованих дронів-ракетних ударів знову виходить на перший план. Безсумнівно, що станції метрополітенів повинні виконувати своє транспортне призначення, регулюючи пасажиропотоки та чітко приймаючи та відправляючи метропоїзди. Але конструкція станцій глибокого й мілкого закладень повинна розглядатися з урахуванням подвійного призначення.

Враховуючи умови закладення Дніпровського метрополітену та досвід, що отриманий в довоєнні роки (2016-2022 рр.), найбільш адекватним геологічній та гідрогеологічній ситуації є застосування колонної або пілонної станції. Для дослідження обрано пілонний варіант, оскільки такий тип станції в дещо коригованому вигляді був запропонований фахівцями фірми «ЛІМАК», яка споруджувала об'єкти

Дніпровського метрополітені.

Для обраного типу станції виконана розробка проекту спорудження в м. Дніпрі з урахуванням її подвійного призначення, причому вирішені всі основні питання проектування, розрахунку та основних задач технології.

Положеннями нормативних документів передбачено, що захисні споруди (ЗП) та споруди подвійного призначення (СПП) створені таким чином, щоб протягом терміну до 48 годин створити умови для перебування людей, що підлягають укриттю. ЗП та СПП повинні забезпечити захист, виключаючи або зменшуючи прогнозовані небезпечні впливи, які можуть виникнути як складник явищ надзвичайної ситуації, воєнних або бойових дій та терористичних актів.

Станції метрополітенів є СПП, яким притаманні два функціональні призначення, тобто транспортне й захисне, яке характеризує ці підземні об'єкти як такі, що мають подвійне призначення. Обидва ці функціональні призначення були визначені ще під час Другої світової війни, коли станції метрополітенів з обох сторін (члени Антигітлерівської коаліції та Нацистська Німеччина) використовувалися як укриття.

СПП, до яких відноситься станція пілонного типу, успішно захищає міське населення від 2 груп потрапляння бойового заряду (прямого та непрямого, тобто віддаленого від периметру підземної споруди). Протягом війни російської федерації проти України пілонні станції Київського метрополітену зарекомендували себе як ефективні укриття.

ТЕМПЕРАТУРНА РОБОТА БЕЗСТИКОВОЇ КОЛІЇ В СТИКОВІЙ ЗОНІ

Моїсєєв О. В., керівник доц. Арбузов М. А.

Український державний університет науки і технологій

Згідно «Технічних вказівок по улаштуванню, укладанню, ремонту і утриманню безстикової колії на залізницях України» на залізницях України безстикова колія є найбільш прогресивною і основною конструкцією колії.

Відсутність стиків, дозволяють забезпечувати комфортність їзди пасажирів, зменшувати опір руху поїздів на 8...12 %, скорочувати на 9...10 % витрати на поточне утримання і ремонти колії та рухомого складу.

Основними напрямками подальшого підвищення ефективності безстикової колії є збільшення довжини рейкових плітей, розширення сфер укладання безстикової колії, подальше вдосконалення проміжних і стикових скріплень, повторне використання старопридатних рейкових плітей без порушення їх цілісності.

Переваги безстикової колії, а також широке використання на залізницях України в якості підрейкової основи залізобетонних шпал, роблять її основною конструкцією залізничної колії незалежно від розмірів вантажонапруженості.

Головною ознакою в роботі безстикової колії, яка обумовлює особливості її укладання та утримання, є те, що середня частина добре закріплених рейкових плітей при підвищенні або зниженні їх температури не може змінювати свою довжину. Тому в них виникають значні поздовжні температурні сили, які в спекотну літню погоду можуть привести до втрати стійкості (викиду) колії, а в холодну зиму – до перенапружень в підшві рейки і зламу її з утворенням небезпечного зазору, або розриву рейкового стику у зрівнювальному прольоті через зріз болтів.

Ці особливості безстикової колії вимагають дотримання особливих правил і норм її улаштування, укладання, утримання та ремонту.

В дослідженні проведено вимірювання температури рейки, температури повітря та зазорів в зрівнювальних прольотах безстикової колії. Вимірювання проводилися в холодну пору року та в жаркий період. Після переукладання рейок зрівнювальних

прольотів продовжена робота по вимірюванню стикових зазорів. Встановлено, що зі збільшенням температури зменшуються зазори. Спостерігалось явище, коли зі зменшенням температури зазори не збільшувалися, а зменшувалися. Це пояснюється угоном плітей безстикової колії. Угон плітей з одного кінця зменшує зазори, з іншого збільшує. Угон на безстиковій колії характерний був тільки коротким плітям.

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ ЗАЛІЗНИЦІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ

Некlesa А. А., керівник ст. викл. Хмелевська Н. П.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах реформування та розвитку транспортної галузі України залізничний транспорт відіграє провідну роль у забезпеченні надійних, безпечних і економічно вигідних перевезень вантажів і пасажирів. Післявоєнне відновлення економіки та інтеграція до європейського транспортного простору визначають потребу у створенні конкурентоспроможної інфраструктури, здатної забезпечити швидкісні та енергоефективні перевезення. Актуальність дослідження обумовлюється також необхідністю відновлення пошкоджених у воєнний час ділянок, раціонального використання обмежених ресурсів та впровадження стандартів ЄС, зокрема щодо організації руху пасажирських і вантажних поїздів.

Одним із дієвих шляхів підвищення ефективності є реконструкція окремих ділянок колії з урахуванням зміни умов руху. Найбільш критичним експлуатаційним параметром є максимальна швидкість поїздів, оскільки вона безпосередньо впливає на час доставки, використання енергоресурсів, динаміку зносу інфраструктури, режим роботи тягових двигунів та безпеку руху. Підвищення швидкості можливе лише за умови комплексного удосконалення плану й профілю колії, виправлення кривих, приведення їхніх параметрів до нормативних значень, а також оцінки технічного стану стрілочних переводів, що традиційно виступають «вузьким місцем» для організації швидкісного руху.

Важливою складовою аналізу є дослідження впливу швидкісних режимів на тягово-енергетичні показники локомотивів. Під час моделювання розглядаються витрата палива чи електроенергії, тривалість тягових і гальмівних режимів, коефіцієнт корисної дії, а також рівень навантаження на окремі елементи системи. Використання сучасних програмних комплексів (MoveRW, RWPlan) дає змогу прогнозувати зміни в динаміці руху поїздів, оцінювати ефективність різних варіантів реконструкції та обирати оптимальні рішення.

Застосування системного підходу дозволяє розглядати реконструкцію як інструмент стратегічного розвитку транспортної галузі. Підвищення швидкості руху забезпечує:

- скорочення часу перевезень та покращення логістики;
- зменшення питомих витрат пального й електроенергії;
- зниження зносу рейкової колії та продовження строку служби рухомого складу;
- підвищення рівня безпеки руху;
- інтеграцію до європейської транспортної мережі TEN-T.

Зазначимо, що ці підходи набувають особливого значення у післявоєнний період, коли кожна інвестиція у транспортну інфраструктуру повинна приносити довгостроковий ефект. Системне поєднання інженерних рішень, економічних розрахунків і технологічних інновацій дозволяє створити підґрунтя для розвитку швидкісних перевезень та інтеграції України до європейської залізничної мережі.

Отримані результати мають також практичне значення для планування капітальних ремонтів і модернізації дільниць, підготовки до впровадження швидкісних перевезень, а також розробки нормативно-методичної бази. Запропоновані підходи сприятимуть підвищенню конкурентоспроможності українських залізниць, їх енергетичній та економічній стійкості, що особливо важливо у воєнний та післявоєнний періоди.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КРИВИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДІВ

Павлов В. С., керівник ас. Лапшева Н. М.

Український державний університет науки і технологій

Залізничний транспорт в Україні є базовою складовою транспортної системи, яка забезпечує перевезення пасажирів і вантажів. У сучасних умовах інтеграції до європейської мережі TEN-T та відновлення залізниць після воєнних руйнувань виникає необхідність не лише збереження, а й якісного оновлення інфраструктури. Одним із ключових напрямів є підвищення швидкості руху поїздів, що безпосередньо залежить від геометричних параметрів колії, зокрема від стану та конфігурації кривих.

Ділянки з малими радіусами кривих стають критичними місцями, які знижують провізну та пропускну спроможність, збільшують динамічні навантаження на рейкову решітку й рухомий склад, підвищують витрати енергії та спричиняють необхідність обмежень швидкості. Тому реконструкція кривих із приведенням їх параметрів до нормативних значень є не лише технічним завданням, а й важливим чинником стратегічного розвитку галузі.

Методологія дослідження базується на системному аналізі й застосуванні спеціалізованих програмних комплексів. За допомогою програми RWPlan виконано оптимізацію параметрів плану колії, а в MoveRW проведено тягові розрахунки для оцінки часу руху, питомих витрат електроенергії та динамічних показників рухомого складу. Це дозволило створити повну картину впливу зміни геометрії на експлуатаційні характеристики.

Розрахунки показали, що у вихідному стані одна з кривих забезпечувала швидкість близько 90 км/год. Після поетапних змін – подовження перехідних ділянок, збільшення підвищення зовнішньої рейки та радіуса кривої швидкість пасажирських поїздів зросла до 150 км/год. Водночас результати моделювання підтвердили, що підвищення швидкості супроводжується збільшенням енергоспоживання: при досягненні 160 км/год витрати електроенергії зростають більш ніж удвічі у порівнянні з режимом 90 км/год.

Аналіз тягово-енергетичних показників засвідчив, що оптимальним із точки зору балансу між швидкістю та енерговитратами є варіант із такими параметрами: довжина перехідних кривих 100 м, підвищення зовнішньої рейки 70 мм, радіус кривої 1000 м, який забезпечує рух поїздів зі швидкістю 120 км/год при помірному енергоспоживанню. Це рішення дозволяє досягти суттєвого скорочення часу перевезень без різкого зростання експлуатаційних витрат.

Практичне значення дослідження полягає у можливості впровадження реконструкції на конкретних дільницях без повної перебудови інфраструктури, що є надзвичайно актуальним в умовах обмежених фінансових і матеріальних ресурсів. Реконструкція кривих сприяє: підвищенню швидкості та скороченню часу перевезень; раціональному використанню енергоресурсів; зниженню зносу інфраструктури та рухомого складу; створенню технічних передумов для інтеграції у європейську систему швидкісного руху.

Застосування системного підходу до удосконалення кривих дозволяє комплексно оцінити технічні, економічні та енергетичні аспекти, забезпечуючи підвищення ефективності функціонування транспортної інфраструктури під час війни та в післявоєнний період.

ІНЖЕНЕРНИЙ АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КОРОБЧАСТОЇ ПРОГОНОВОЇ БУДОВИ ДЛЯ НАПЛАВНИХ (ПОНТОННИХ) СИСТЕМ МОСТІВ

Перепелиця К. М., керівник доц. Ключник С. В.

Український державний університет науки і технологій

В сучасних умовах, особливо в контексті військової агресії з боку РФ, стійке та безперебійне функціонування національної транспортної системи набуває критичного значення для забезпечення життєдіяльності держави, логістики, оборони та економічної стабільності. Логістична мережа, як ключовий елемент інфраструктури, є об'єктом підвищеного ризику і, відповідно, її вразливість стає вирішальним фактором. Швидке відновлення порушених транспортних зв'язків та забезпечення пропускної здатності на стратегічних напрямках вимагає впровадження ефективних, надійних та універсальних інженерних рішень.

Технічне прикриття об'єктів національної транспортної системи за допомогою наплавних (понтонних) систем мостів сьогодні відіграє ключову роль в її безперервному функціонуванні. Підтримка логістичних шляхів критично важлива як в районах наближених до місць проведення бойових дій, так і в районах з меншою інтенсивністю, для забезпечення безперервності постачання та ефективного функціонування усіх сил і засобів. Сучасні вимоги до наплавних (понтонних) систем мостів полягають у забезпеченні високої надійності, швидконаводимості (мінімального часу розгортання), здатності витримувати сучасні класи навантажень, в тому числі за стандартами НАТО, модульності конструкції та універсальності застосування для формування паромних та мостових переправ. Для виконання цих завдань використовуються штатні-вітчизняні зразки засобів наведення наплавних мостів, такі як НЖМ-56, ПМП в переважній більшості, вони були спроектовані та виготовлені в другій половині минулого століття мають значну експлуатаційну втому та не повній мірі забезпечують вимоги сьогодення.

Конструкція НЗМ-56 (Наплавний Залізничний Міст-56) є наявним інженерним засобом, що дозволяє організувати тимчасову переправу через водні перешкоди для залізничного транспорту, а також колісної та гусеничної техніки. Однак, попри необхідність монтування окремих прогонових будов (залізничної та автодорожньої), монтаж моста вимагає значних трудових ресурсів і часу, що знижує оперативність його розгортання, а також значну металоємність. Особливостями конструкції наплавного залізничного мосту НЖМ-56 є те, що силовий каркас для пропуску великовагового транспорту передбачений виключно для залізничного руху через конструкцію силового каркасу, а автомобільний проїзд складається з великої кількості елементів та болтових з'єднань і не передбачає пропуск великовагового транспорту ані колісного, ані гусеничного, крім того силовий каркас має від'ємну плавучість.

Суть запропонованої конструкції полягає у створенні універсальної наплавної переправи, здатної пропускати залізничний транспорт та великовагову колісну чи гусеничну техніку. На плавучі опори встановлюється прогонова будова коробчастого перерізу. Ключовою особливістю є інтеграція залізничних рейок у цю будову (Рис.1): 1) рейки розміщуються у спеціальних жолобах прогонової будови; 3) головки рейок розташовані врівень з основною проїзною частиною.

Це технічне рішення забезпечує подвійну функціональність: організація залізничного руху (по рейках), організація двосмугового автомобільного або великовагового проїзду (по поверхні, де рейки не створюють перешкод)

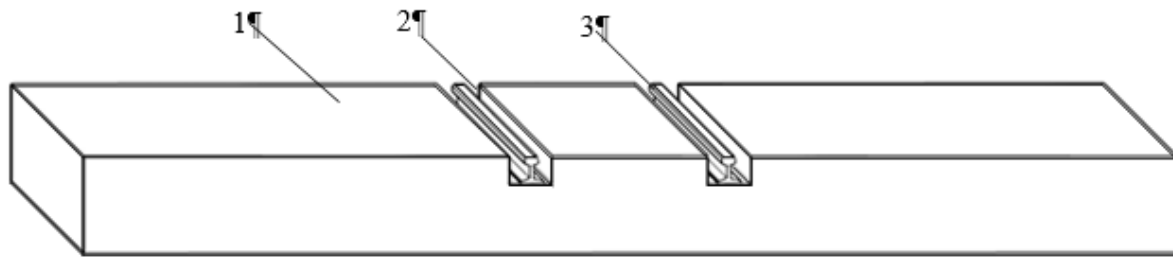


Рис. 1. Запропонована конструкція: 1 – прогонова будова коробчастого перерізу, 2 – жолоби, в яких розміщуються залізничні рейки; 3 – рейки, що розміщені в рівень з проїзною частиною прогонової будови

Основною перевагою є можливість швидкого наведення мостових переправ через широкі та глибокі водні перешкоди. Це дозволяє ефективно використовувати її як під час реконструкції капітальних мостів так і для швидкісного наведення мостових переправ через широкі та глибокі водні перешкоди при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЄКТУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ Перчук Д. П., керівник ас. Лапшева Н. М. Український державний університет науки і технологій

Динамічний розвиток суспільства та швидке зростання автомобільного парку зумовлюють підвищення мобільності населення, але водночас створюють значне навантаження на дорожню інфраструктуру. Автомобільні дороги стають «вузьким місцем» транспортної системи країни, адже їх технічний стан часто не відповідає сучасним вимогам. Це призводить до зростання аварійності, погіршення умов пересування та збільшення соціально-економічних втрат.

Метою дослідження є удосконалення параметрів проектування автомобільних доріг у частині забезпечення безпеки руху. Для цього проведено аналіз чинних державних будівельних норм, наукових праць провідних дослідників, а також міжнародного досвіду. Встановлено, що ключовими чинниками аварійності є перевищення швидкості, недосконалість організації руху та недостатня якість дорожнього покриття. Тому пріоритетним напрямом стає впровадження конструктивних рішень, що формують безпечну поведінку водіїв та пішоходів.

У роботі розглянуто проект капітального ремонту дороги державного значення (вул. Ломоносова, м. Нікополь). Досліджено її технічний стан, який виявився незадовільним: наявність численних вибоїн, руйнування узбіч, відсутність дорожньої розмітки та належних знаків. Відповідно до результатів обстеження, розроблено комплекс проектних заходів:

- доведення параметрів проїзної частини до нормативних;
- облаштування тротуарів шириною 1,8 м та пандусів для маломобільних груп;
- укріплення узбіч та організація ефективного водовідведення;
- застосування сучасних типів дорожнього одягу з підвищеною міцністю;
- нанесення довговічної розмітки холодним пластиком;
- встановлення напрямних острівців, бар'єрних огорожень, світлофорного

регулювання;

- інтеграція засобів «заспокоєння руху» при в'їздах у населені пункти.

Розрахунки дорожнього одягу підтвердили, що проектна конструкція задовольняє умови міцності за пружним прогином і зсувостійкістю. Коефіцієнт надійності становить 1,65, що вище нормативного показника. Це гарантує тривалу експлуатацію дороги з мінімальними витратами на утримання.

Окрему увагу приділено безпеці пішоходів та велосипедистів. Передбачено облаштування островців безпеки та огорожень на підходах до переходів, що відповідає європейським стандартам. За результатами міжнародних досліджень, використання таких рішень дозволяє знизити аварійність на 40...80 %, а кількість ДТП з летальними наслідками – до 90 %.

Таким чином, доведено, що комплексне застосування сучасних інженерних рішень, адаптація кращих світових практик і забезпечення доступності дорожньої інфраструктури здатні істотно підвищити рівень безпеки руху. Реалізація таких заходів сприятиме зменшенню аварійності, продовженню терміну служби доріг та покращенню якості життя населення.

ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА РОБОТА БПАК ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ

Романчук М. П., керівник викл. Юрченко С. М.
Український державний університет науки і технологій

Постановка проблеми. В умовах сучасної війни та широкого застосування противником безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на всіх ділянках транспортної системи України аналіз наявних заходів протидії виявляє нестачу ґрунтових досліджень.

Проблема боротьби з БПЛА, особливо з малими апаратами, залишається надзвичайно складною й багаторівневою та досі не має ефективного універсального вирішення; часом переоцінюються нібито «фантастичні» можливості засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Продемонструвати глибину й багатоплановість проблеми, що впливає на всі напрямки транспортної системи й логістичного забезпечення, а також наголосити на недопустимості спрощених чи однобоких підходів до створення дієвих систем протидії БПЛА.

Мета дослідження. Визначити ефективні заходи для забезпечення функціонування транспортної системи за умов застосування противником БПЛА, розробити підходи до протидії їм і до ефективного застосування дружніх (вітчизняних) БПЛА. Сформулювати заходи зі створення засобів ураження та знищення БПЛА, а також проаналізувати першопричини проблем логістичного забезпечення та функціонування транспортної системи в умовах воєнного стану й збройного конфлікту. Розкрити особливості розвитку й застосування сучасних технологій повітряної розвідки в бойових умовах, їхній вплив на стійкість транспортної системи та можливість міжгалузевого співробітництва для ефективного виконання завдань.

Результати дослідження. Радикальне вирішення проблеми боротьби з малорозмірними БПЛА можливе за умови створення принципово нових засобів виявлення та комплексів знищення БПЛА. Необхідно формувати цілеспрямовану систему протидії, яка поєднує як активні заходи (ураження в повітрі та на землі), так і пасивні (РЕБ, заходи захисту). Насамперед це стосується знищення наземної інфраструктури, що використовується для підготовки та запусків БПЛА, шляхом завчасної розвідки й подальшого ураження. Оптимально – нейтралізація апаратів ще на їхніх площадках базування та до початку застосування на логістичних маршрутах і

транспортних сполученнях.

Реалізація цих завдань має включати розробку відповідних планів дій для кожного командира (керівника) у певній сфері з метою забезпечення стійкості транспортної системи та міжгалузевої взаємодії з підрозділами БПЛА, які можуть становити важливу частину організації й забезпечення бойових дій.

Наступні положення є ключовими для побудови ефективної системи протидії ворожим БПЛА:

- створення спеціальної підсистеми боротьби з БПЛА за аналогією з системи протиракетної оборони інтегрованої у загальну структуру оборони;
- поєднання розвідки, ударних і перехоплювальних засобів, зв'язку, управління вогнем і забезпеченням у єдину операційну підсистему.

Підсистема боротьби з БПЛА повинна включати елементи:

- власні БПЛА (розвідувальні та ударні);
- засоби зв'язку й ситуаційної обізнаності;
- елементи управління вогнем і перехоплення;
- логістичне та технічне забезпечення.

Основні функції підсистеми:

- - своєчасне оповіщення сил оборони та учасників логістичного забезпечення про застосування БПЛА противника з передачею точних координат;
- організація обміну розвідувальною інформацією між силами та засобами протидії;
- ефективне управління всіма засобами, призначеними для логістичного забезпечення;
- радіоелектронне придушення (подавлення) каналів керування та передачі даних БПЛА;
- створення взаємодії між радіо- і радіотехнічною розвідкою та планування маршрутів.

Для виявлення та протидії слід прогнозувати найбільш ймовірні маршрути та райони патрулювання БПЛА, виходячи з особливостей бойового порядку противника і організації своїх маршрутів. Потрібно відбирати оптимальні стартові та вогневі позиції для власних БПЛА, розміщувати пости візуального й радіолокаційного спостереження з метою максимального використання розвідувальних і ударних можливостей перехоплювальних комплексів.

Навіть за умови реалізації пасивних заходів (підвищення прихованості, маскування об'єктів) не можна гарантувати повну захищеність; тому в сучасних умовах необхідно розвивати контр-ударні спроможності, навіть при плануванні логістичного забезпечення. Хоча цей напрямок поки що менш опрацьований, він є одним із найперспективнішим. Поєднання заходів безпеки з розвідкою БПЛА та застосуванням керованих ударних БПЛА може створити структурований підхід до протидії в кризових ситуаціях. Планування маршрутів логістичного забезпечення й організація роботи транспортної системи в цілому має здійснюватися у взаємодії з цими комплексами й бути критичною складовою прийняття рішень.

У короткому огляді представлено концепцію інтегрованої міжгалузевою системи застосування БПЛА в транспортній системі за сучасних умов. Система базується на поєднанні вогневого ураження противника, радіоелектронного придушення, виявлення та усунення першопричин загроз. Запропонований підхід спрямований на всебічне інвестування в розвиток і впровадження систем БПЛА у різні сфери, забезпечення безпеки окремих видів транспорту та логістичних ланцюгів, а також подальшу технологічну інтеграцію на всіх рівнях. Оцінка може бути корисною для військових фахівців, конструкторів та керівників усіх ланок системи при плануванні, розробці

автоматизованих комплексів захисту, забезпеченні безпеки вантажів і руху та при організації ефективної й своєчасної відповіді на дії противника.

ОБҐРУНТУВАННЯ МАСИ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОВІЗНОЇ СПРОМОЖНОСТІ

Сапеску А. Є., Федорова Є. А., керівник ст. викл. Хмелевська Н. П.

Український державний університет науки і технологій

Залізничний транспорт України в умовах воєнних дій та післявоєнного відновлення виконує ключову роль у забезпеченні стратегічних перевезень, функціонуванні міжнародних логістичних коридорів і підтримці економіки. Одним із головних викликів є підвищення провізної спроможності залізниць, що визначає обсяг перевезень у конкретних часових інтервалах при обмежених ресурсах. У цьому контексті особливе значення має не тільки відновлення пошкоджених ділянок, а й підвищення ефективності функціонування існуючих ліній.

Ділянка Ковель – Ківерці довжиною близько 70 км є важливою ланкою міжнародного напрямку Варшава – Рівне – Одеса та виконує транзитні функції. Через цю лінію проходять вантажопотоки агропродукції, металургійної сировини, нафтопродуктів, будівельних матеріалів, контейнерів і гуманітарних вантажів. Однак технічний стан верхньої будови колії, а також колійна інфраструктура окремих перегонів знижують її пропускну та провізну спроможність. Особливо обмежувальним є перегін Рожище – Переспа, де наявні ухили й криві малого радіуса.

Метою дослідження стало обґрунтування оптимальної маси вантажних поїздів як інструменту підвищення провізної спроможності без масштабної перебудови інфраструктури.

Методика дослідження включала аналіз поздовжнього профілю та плану колії, а також моделювання руху за допомогою програмних комплексів MoveRW та RWPlan. Було виконано тягові розрахунки для вантажних поїздів масою 4600...6000 т із локомотивами серій ВЛ80 і ВЛ11м, а також пасажирських поїздів масою 800 т із локомотивом ЧС8. Оцінювалися такі показники як час руху, середньохорова швидкість, механічна робота, витрати електроенергії та режими ведення поїзда на окремих ділянках профілю.

Результати показали, що середньохорова швидкість пасажирських поїздів на ділянці становить близько 75 км/год, а вантажних – 65 км/год. Збільшення маси поїзда з 4600 до 5000 т є технічно можливим і забезпечує підвищення провізної спроможності майже на 9 %. Подальше зростання маси до 5500...6000 т потребує подовження прийнятно-відправних колій, модернізації системи сигналізації та залучення більш потужних локомотивів, що супроводжується значними капітальними витратами.

Важливим висновком є те, що раціональне підвищення маси поїздів дозволяє зменшити кількість пар поїздів на добу при збереженні обсягів перевезень, що призводить до скорочення витрати енергоресурсів та знижує зношуваність інфраструктури. Це особливо актуально в умовах воєнних і післявоєнних обмежень, коли необхідно забезпечити максимальний ефект за мінімальних інвестицій.

Практичні результати дослідження показали, що підвищення маси поїздів до 5000 т на ділянці є технічно доцільним і може бути реалізоване без масштабної реконструкції. У ході аналізу було виявлено вузькі місця, зокрема перегін Рожище – Переспа, які потребують пріоритетної модернізації. Також обґрунтовано перспективи впровадження більш потужних локомотивів та поетапного розвитку станційного господарства. Окрім того, доведено ефективність комплексного підходу, що поєднує технічні рішення, економічний аналіз та соціально-психологічне забезпечення роботи

персоналу в умовах підвищеного навантаження.

Таким чином, реконструкція ділянки Ковель – Ківерці та обґрунтоване збільшення маси вантажних поїздів створюють реальні передумови для підвищення провізної спроможності залізничної мережі України. Це сприятиме розвитку міжнародних транспортних коридорів, інтеграції до європейської логістичної системи та забезпеченню економічної стійкості держави у воєнний і післявоєнний періоди.

ВРАЗЛИВІСТЬ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ УКРАЇНИ ДО ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ: ВИКЛИКИ ВІЙНИ ПІСЛЯ ВОЄННОГО ПЕРІОДУ. ЗАХИСТ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТА ПРОТИДІЯ ДРОНАМ У СУЧАСНИХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

Смольков Б. Р., керівник викл. Юрченко С. М.

Український державний університет науки і технологій

Критична інфраструктура – основа існування будь-якої сучасної держави. Вона охоплює енергетичний комплекс, транспорт, зв'язок, водопостачання, медичні установи, фінансову систему та інші ключові сфери, без яких неможливе нормальне життя суспільства. Саме ці галузі забезпечують стабільність країни та щоденні потреби громадян. Водночас в умовах війни та гібридних атак критична інфраструктура стає пріоритетною ціллю агресора: влучні удари по енергетиці, транспортних шляхах чи інформаційних мережах можуть швидко паралізувати державу. Для України ця проблема набула особливої гостроти після 2014 року, а з початком повномасштабної війни у 2022 році – стала визначальною: масовані атаки на енергосистему, блокування портів Чорного моря та кібератаки на урядові й банківські структури показали, наскільки вразливою є інфраструктура перед сучасними загрозами. Захист цих об'єктів сьогодні – не лише економічне питання, а передусім питання національної безпеки й виживання держави.

Основу модернізації озброєння та військової техніки становлять військові технології – сукупність знань і документованих даних про типові форми, способи й методи ведення військової діяльності. Головна тенденція їх розвитку полягає в поступовому переході від суто кінетичного впливу на об'єкти ураження до енерго-інформаційного впливу у всіх сферах на будь-які відстані з використанням різних методів подолання активного й пасивного захисту. Зростання частки високотехнологічних засобів ураження значно ускладнює військове виробництво; нарощування чи організація їх масового випуску «з нуля» в умовах збройного конфлікту практично неможливі. Отже, розробка, серійне виготовлення та постачання таких систем у підрозділи мають відбуватися в мирний час.

Особливу роль у сучасних конфліктах відіграють високотехнологічні дрони. Бойові дрони – це комплекс спеціально створених технічних платформ і програмних засобів, призначених для цілеспрямованого впливу на супротивника. Вони виконують широкий спектр завдань: ведуть спостереження й збір даних у реальному часі, передають координати для наведення артилерії чи інших засобів ураження, наносять точкові удари по живій силі та техніці, порушують роботу систем зв'язку і управління, виводять з ладу критичні елементи інфраструктури, здійснюють блокування пересування чи дезорієнтацію противника. Завдяки цьому безпілотні системи стають ключовим інструментом для досягнення тактичних і стратегічних цілей із мінімізацією ризиків для особового складу.

Дрони включають як апаратну частину – літальні платформи різних розмірів і призначення, так і програмне забезпечення, що забезпечує навігацію, управління, збір і обробку даних, а часто й елементи штучного інтелекту для автономної роботи. Залежно

від призначення та технічних характеристик їх можна класифікувати за кількома ознаками:

- за призначенням: розвідувальні, ударні, багатоцільові;
- за способом управління: дистанційно керовані, автономні, із елементами ІІІ;
- за дальністю дії: ближньої, середньої та великої дальності;
- за розмірами: мікро-, тактичні, стратегічні;
- за сферою застосування: повітряні, морські, наземні/підводні.

Зростання ролі дронів у війні робить їх масове виробництво технічно й організаційно складним: запуск серійного виробництва під час бойових дій неможливий. Тому безпілотні системи потрібно проєктувати, налагоджувати серійне виробництво та постачання в мирний час, одночасно посилюючи заходи захисту критичної інфраструктури від ударів і кібератак, що спрямовані на виведення з ладу життєво важливих систем держави.

Важливим і історично розвиненим напрямом інформаційних операцій є протистояння системам управління противника за допомогою засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ), тому цей напрям розвитку інформаційного озброєння виділено окремо. Засоби РЕБ можуть застосовуватись як приховано, так і відкрито; вони інтегруються у склад мультифункціональних автоматизованих систем багатосферного базування – системи бойового управління, зв'язку, комп'ютерного забезпечення розвідки та вогневого ураження – і використовуються для боротьби із системами управління противника та захисту власних систем. Крім традиційного радіочастотного впливу (глушіння, спуфінг та ін.), РЕБ здатна впливати й на комп'ютерні мережі противника, спотворюючи або руйнуючи передану інформацію й командні канали.

Одним із найефективніших засобів протидії сучасним безпілотним платформам є поєднання виявлення, розвідки сигналів, активних РЕБ-дій та кіберзасобів: виявлення (радарні системи, радіоелектронні станції, акустичні та оптико-електронні прилади), активне глушіння або підміна сигналів, кібервтручання в канали управління та, за потреби, фізичні «hard-kill» рішення. Така інтегрована мережа протидії дозволяє не тільки перервати зв'язок і управління дронами, а й вивести з ладу критичні елементи їхнього функціонування.

Модулі радіоелектронної боротьби для протидії дронам можуть діяти як приховано, так і відкрито, інтегруючись у мультисферні автоматизовані системи – системи бойового управління, зв'язку, розвідки та вогневого реагування – і використовуються для виявлення, придушення чи підміни сигналів БПЛА, нейтралізації їхніх каналів управління та захисту власних мереж і систем.

Однак існують важливі технічні обмеження при впровадженні потужних РЕБ-модулів на борту БПЛА: масо-габаритні параметри й споживана потужність. Обладнання з рідинним охолодженням вимагає додаткового простору й збільшує масу платформи, тому для тактичних і середніх безпілотників наразі переважно розробляють модулі з повітряним охолодженням; водночас тривають дослідження щодо можливості застосування рідинного охолодження на великих стратегічних апаратах. Урахування цих обмежень визначає, які засоби протидії можна інтегрувати в носії, і вимагає збалансованого підходу до проєктування систем захисту – поєднання вчасного виявлення, ефективного РЕБ-дії, кіберзасобів і фізичних методів нейтралізації.

**КРИТИЧНА ІНФРАСТРУКТУРА В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ:
ВИКЛИКИ ТА СТРАТЕГІЧНІ РИЗИКИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ.
КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПРОТИДІЇ БЕЗПІЛОТНИМ ЛІТАЛЬНИХ
АПАРАТАМ НА СУЧАСНОМУ ПОЛІ БОЮ**

Тіщенко Д. О., керівник викл. Юрченко С. М.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні збройні конфлікти показують, що безпілотні літальні апарати (БПЛА) стали одним з найважливіших інструментів ведення розвідки, коригування артилерійського вогню та нанесення прямих ударів по живій силі й техніці. Досвід бойових дій в Україні свідчить, що FPV-дрони дедалі частіше застосовуються противником як високоточна та відносно дешева зброя. Це змушує сили оборони розробляти комплексні системи протидії.

Проблема протидії дронам має багатовимірний характер. Вона включає тактичні, інженерні та технічні рішення, а також організаційні заходи і психологічну підготовку особового складу. Як зазначають фахівці НАТО, ефективна боротьба з дронами вимагає поєднання маскування, фортифікаційних робіт та застосування систем радіоелектронної боротьби.

Одним з базових елементів захисту залишається маскування. Дотримання правил світломаскування, уникнення демаскувальних ознак, обмеження скупчення особового складу на відкритій місцевості значно знижують ризик виявлення позицій. Особливе значення це має вночі, коли основними факторами виявлення є рух і шум.

Інженерні заходи посідають ключове місце в системі протидії. Укріплення позицій, обладнання додаткових вогневих точок, створення «лисячих нір» та інших укриттів забезпечують збереження живучості підрозділів. За даними, саме інженерні роботи дозволяють зменшити втрати від FPV-дронів більш ніж удвічі. Водночас використання інженерної техніки суттєво пришвидшує облаштування захисних споруд.

Не менш важливою складовою є застосування радіоелектронної боротьби (РЕБ). Системи РЕБ блокують канали управління БПЛА, а також подавляють системи передачі даних, що унеможливорює ефективне використання дронів. Навіть прості засоби глушіння сигналу здатні тимчасово знизити ефективність атак противника. Проте системи РЕБ потребують значних ресурсів і не завжди доступні на тактичному рівні, тому їх застосування має поєднуватися з іншими заходами.

Важливою умовою ефективності протидії є психологічна готовність військових. Постійна загроза атак дронів створює додатковий стрес, що може негативно впливати на дисципліну та стійкість підрозділів підкреслює, що підготовка особового складу до дій в умовах загрози застосування БПЛА є критично важливою для збереження боєздатності.

Таким чином, протидія дронам у сучасних умовах потребує системного підходу, що включає поєднання інженерних, маскувальних, організаційних та технічних заходів. Досвід бойових дій підтверджує, що лише комплексне застосування маскування, фортифікаційних робіт, засобів радіоелектронної боротьби та психологічної підготовки військовослужбовців дозволяє істотно знизити ефективність застосування противником БПЛА. Отже, створення багаторівневої системи протидії дронам є ключовою умовою збереження боєздатності підрозділів у сучасній війні.

ПРОЄКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ КОЛІЇ В КРИВІЙ ДІЛЯНЦІ

Ткачик П. В., керівник доц. Арбузов М. А.

Український державний університет науки і технологій

Залізнична інфраструктура відіграє ключову роль у транспортній системі будь-якої країни, забезпечуючи ефективне перевезення пасажирів і вантажів на великі відстані. Одним із важливих аспектів її розвитку є модернізація та реконструкція кривих відрізків колії, які значною мірою впливають на безпеку, комфорт і швидкість руху поїздів.

Реконструкція залізничної колії в кривих дозволяє зменшити динамічні навантаження на рейки та рухомий склад, що сприяє підвищенню терміну служби інфраструктури і зниженню витрат на її обслуговування. В умовах інтенсивного використання залізничного транспорту та впровадження нових технологій удосконалення геометрії кривих ділянок стає актуальним завданням для транспортної галузі.

У цьому дослідженні розглядаються сучасні методи реконструкції залізничної колії в кривих, аналізуються їхні переваги та технічні особливості, а також обґрунтовується необхідність застосування інноваційних рішень. Окрім того, оцінюється вплив таких змін на експлуатаційні характеристики рухомого складу, економічну ефективність залізниці та екологічні аспекти транспортної системи.

Зважаючи на глобальні тенденції розвитку транспортної інфраструктури, багато країн інвестують значні ресурси в оновлення залізничних мереж, зокрема в реконструкцію складних інженерних елементів, таких як криві ділянки. Удосконалення параметрів кривизни не лише сприяє підвищенню швидкості руху, а й дозволяє забезпечити відповідність сучасним стандартам безпеки та комфорту.

Особливої уваги заслуговують питання взаємодії колії й рухомого складу на кривих, що зумовлює необхідність точних розрахунків, вибору відповідних матеріалів та технічних рішень. Також важливо враховувати специфіку регіонального рельєфу, кліматичні умови та інтенсивність руху на конкретних відрізках.

Отже, підвищення ефективності функціонування залізничного транспорту неможливе без системного підходу до модернізації кривих відрізків колії, що й становить предмет дослідження.

Стан колії за відступами у кривих оцінювався по незбіжності границь відводів та наднормативним непогашеним прискоренням, ухилу відводу підвищення. На даній ділянці колії присутні криві з великим радіусом 5000, 1035, 1200 м та з малим радіусом 550, 530, 350 та 330 м. Відповідно у кривій радіусом 1035 м підвищення зовнішньої рейкової нитки складає 40 мм, радіусом 1200 м підвищення зовнішньої рейкової нитки складає 45 мм, радіусом 5000 м підвищення зовнішньої рейкової нитки складає 10 мм.

Проведено технічний аналіз стану залізничних кривих на ділянці. У результаті аналізу визначено швидкість пасажирських та вантажних поїздів. Особливу увагу приділено визначенню підвищення зовнішньої рейки для пасажирських та вантажних поїздів, що дає можливість порівняти з існуючими значеннями. Запропонована та реалізована нова методика розрахунку підвищення зовнішньої рейки в кривих на основі непогашених прискорень, що визначені для середнього розрахункового впливу вантажних та пасажирських поїздів.

Таким чином, у дослідженні системно розглянуто технічні, організаційні та технологічні особливості реконструкції залізничної колії. Запропоновані рішення являються актуальними для забезпечення стабільного функціонування ділянки колії з кривими ділянками. Запропонована та реалізована нова методика розрахунку підвищення зовнішньої рейки в кривих на основі непогашених прискорень. Результати

роботи можуть бути використані під час реконструкції кривих ділянок колії.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВ ТИПУ ДЖЕРЕЛ СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРАЦІВНИКІВ

Любчук В.В., керівник проф. Налисько М.М.

Український державний університет науки і технологій

Світло займає одне з найважливіших місць серед зовнішніх факторів, що впливають на людину під час роботи. Освітлення робочих приміщень оцінюється як за кількісними, так і за якісними параметрами. До першої групи належать такі показники, як світловий потік, інтенсивність світла, температура кольору, яскравість та рівень освітленості. До групи якісних характеристик входять властивості фону, ступінь контрастності між об'єктом та його фоном, а також загальна видимість об'єктів.

Недостатня або надмірна інтенсивність світла, нерівномірне розсіяння світлових потоків у полі зору, мерехтіння та зміни колірної палітри освітлюваних предметів викликають зорове перенапруження та загальну втому організму. Занадто яскраве джерело світла може спровокувати головний біль, подразнення зорових органів та зниження чіткості зору, тоді як відблиски світла – тимчасове погіршення зору. Забруднені віконні отвори та освітлювальні прилади знижують рівень освітленості, а лампи з надмірним сліпучим блиском або утворенням різких тіней можуть призвести до дезорієнтації працівника при напруженій зоровій роботі. Усі ці фактори потенційно збільшують втомленість працівника, зниження уваги та сприяють розвитку професійно зумовлених хвороб [1].

Для забезпечення комфортних умов для зорової роботи, що дозволяють уникнути швидкого втомлення очей, запобігти професійним захворюванням і нещасним випадкам, а також сприяють зростанню ефективності праці та підвищенню якості продукції, освітлення на виробничих майданчиках має відповідати таким критеріям:

- забезпечення робочої зони рівнем освітленості, який відповідає специфіці виконуваної зорової роботи та не опускається нижче встановлених стандартів.
- відсутність сліпучого ефекту як від безпосередніх джерел світла, так і від інших об'єктів, що знаходяться у полі зору.
- гарантування стабільного та рівномірного розподілу освітлення в приміщеннях для мінімізації потреби постійної адаптації зорової системи.
- уникнення різких, виражених тіней на робочій поверхні, зокрема тих, що утворюються від рухомих елементів.
- забезпечення достатнього контрасту освітлених поверхонь для чіткого розрізнення дрібних деталей.
- надійність і простота освітлювальної установки в експлуатації, її економічність та естетичність.

Рівень освітленості робочих поверхонь у виробничих приміщеннях встановлюється згідно з вимогами ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [2] і визначається переважно за специфікою зорової роботи.

В роботі [3, 5] проведені дослідження показників уваги, швидкості обробки інформації та розумової працездатності за допомогою коректурної проби «Кільця Ландольта». З метою зменшення часу проведення тесту та швидкої розшифровки результатів для дослідження впливу умов суміщеного освітлення на ступінь концентрації та стійкості уваги були використані модифікація коректурної проби «кільця Ландольта» з використанням комп'ютерної програми, що представляється авторським некомерційним проектом «Інтерактивний портал методик самовдосконалення» metodorf.com [4] і є повним аналогом методики «коректурна проба

«Кільця Ландольта»», що впроваджена для перевірки стійкості уваги та зосередженості серед слухачів ВНЗ України [5].

Результатом обробки матеріалів тесту є обчислення наступних показників, які характеризують швидкість переключення уваги, точність виконання роботи, розумову продуктивність та розумову працездатність.

Після обробки одержаних даних були побудовані залежності швидкості обробки інформації (Q), розумової працездатності (Au) та точності виконання робіт (T3) від часу доби. Залежності були виділені для двох вікових груп (22-40 років та 41-60 років) та колірної температури суміщеного освітлення у робочому приміщенні (CCT 4100 K – 5300 K та CCT >5300 K).

На основі аналізу результатів виконання коректурної проби визначено підвищення показників точності виконання робіт, розумової працездатності та швидкості обробки інформації у період 9:00 – 13:00. Вказаний ефект пов'язаний з фізіологічною реакцією організму.

Дослідження зміни показників точності виконання робіт, розумової працездатності та швидкості обробки інформації за допомогою коректурної проби «кільця Ландольта» від часу показало зниження всіх трьох показників у період 13:00-15:00, що показує підвищення у цей період ризику травмування внаслідок неправильної візуальної оцінки робочого середовища, збільшення кількості помилок і зниження ефективності робіт високої візуальної складності, а також виникнення набутих хвороб внаслідок перенапруження систем зорового аналізатора.

Порівняльний аналіз результатів виконання коректурної проби показав більш високий рівень показників точності виконання робіт, розумової працездатності та швидкості обробки інформації за умов суміщеного освітлення холодної температури (>5300 K), порівняно із змішаним колірної температури 4100-5300 K. Вказаний ефект найбільш значуще проявлявся у період 9:00-13:00 для вікової групи 41-60 років. Це показує необхідність при теоретичних дослідженнях та при впровадженні освітлюваних систем на підприємствах приділити увагу демографічному складу робітників та графіку їх роботи.

Перелік посилань:

1. Сучасний стан охорони праці в Україні та за кордоном. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zlochiv.net/suchasnyy-stan-okhorony-pratsi-vukraini-ta-za-kordonom>.
2. ДБН В.2.5-28:2018 Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 137 с.
3. Журбенко В.М. Роль впливу візуального середовища на безпеку робіт високої зорової складності // Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Summer Debates: Proceedings of the 5th International Scientific and Practical Internet Conference, August 3-4, 2023. FOP Marenichenko V.V., Dnipro, Ukraine, P. 217-219.
4. Interactive Portal-Book of Self-Development Methods. [Електронний ресурс]. Режим доступу: metodorf.com.
5. Беліков А. С., Журбенко В. М. (2024) Оцінка світлового середовища з урахуванням безпеки праці та працездатності людей при виконанні робіт високої зорової складності // Науковий вісник Донецького національного технічного університету, Луцьк. – 2024. – № 1(12). – С. 33-42 DOI: <https://doi.org/10.31474/2415-7902-2024-1-12-33-42>

КЛАСИФІКАЦІЯ ФОРМ ВПЛИВУ ВНУТРІШНІХ АВАРІЙНИХ ВИБУХІВ НА БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

Махінько А.О., керівник проф. Налисько М.М.

Український державний університет науки і технологій

Проблема внутрішніх аварійних вибухів газу у будівлях різного призначення не перестає бути актуальною не зважаючи на сучасний розвиток засобів контролю та попередження витoku природного газу з магістралей та приладів як виробничого так і побутового призначення. Таки витoki газу у багатьох випадках призводять до внутрішнього вибуху у приміщеннях. Достовірне прогнозування наслідків таких вибухів дає змогу обґрунтувати ефективні заходи попередження тяжких наслідків руйнування конструкцій будівлі, що в свою чергу зменшує ризики виникнення прогресуючих обвалень та ефекту «доміно». Додатково, в сучасні будівлі як житлового так і громадського призначення, проектується з вбудованими приміщеннями паркінгів, магазинів в яких розміщуються об'єкти підвищеної вибухопожежонебезпеки, такі як автомобілі (в тому числі з газобалонним та електросиловим обладнанням), господарчі лакофарбові речовини, газові туристичні балончики та інше які збільшують ризики аварійних вибухів.

Мета дослідження, збір та узагальнення форм вибухового впливу на будівельні конструкції в будівлях різного призначення. Проаналізувати розподіл цих форм пошкоджень за існуючими розрахунковими схемами розрахунку позапроектного впливу на будівельні конструкції. Для вирішення поставленої задачі було виконане збір, аналіз та диференціація наслідків руйнування будівельних конструкцій в результаті дії аварійних вибухів, узагальнення нормативних вимог щодо розрахунку позапроектних навантажень на будівельні конструкції у приміщення та будинках класу А та Б за вибухопожежонебезпекою, виконано критичний аналіз та узагальнення результатів відомих досліджень щодо розрахункових схем визначення динамічних навантажень на будівельні конструкції.

За останні 7 років, не враховуючи руйнування будівель від воєнних дій, в Україні сталося не менше 5 резонансних аварійних вибухів природного газу у житлових будинках з тяжкими наслідками, такими як обвалення будівельних конструкцій не тільки приміщення да стався виток газу, а й з руйнацією інших приміщень як на поверсі так і міжповерхових перекриттів у об'ємі секції будинку. У якості прикладів таких надзвичайних ситуацій можна привести вибухи природного газу у м. Київ 21.06.2020 р. у 9-ти поверховому будинку, де зруйновано 16 квартир та пошкоджено 40 на різних поверхах. У м. Кривий Ріг 6.05.2022 р. у 5-ти поверховому будинку вибух природного газу спричинив руйнування не капітальних та не несучих конструкції приміщень однієї квартири.

Якщо врахувати всі аварії пов'язані з використанням газу в побуті, у ретроспективі з 2016 по 2019 роки, то статистика свідчить про 201 людину які загинули, понад 400 отримали травмування різних ступенів тяжкості. При цьому непридатним до проживання, тільки по місту Київ визнано 135 квартир.

Відомо, що руйнівний ефект вибуху залежить від його потужності та умов і режимів його протікання [1]. Статистика показує дуже різноманітні види впливів вибуху та руйнувань як на будівлі в цілому так й на окремої конструкції [2]. Вибух генерує цілий комплекс навантажень та впливів. На сьогоднішній день відсутня системна диференціація таких впливів та руйнувань, що негативно впливає на прогнозування стійкості будівель до запроектованих навантажень [3, 4].

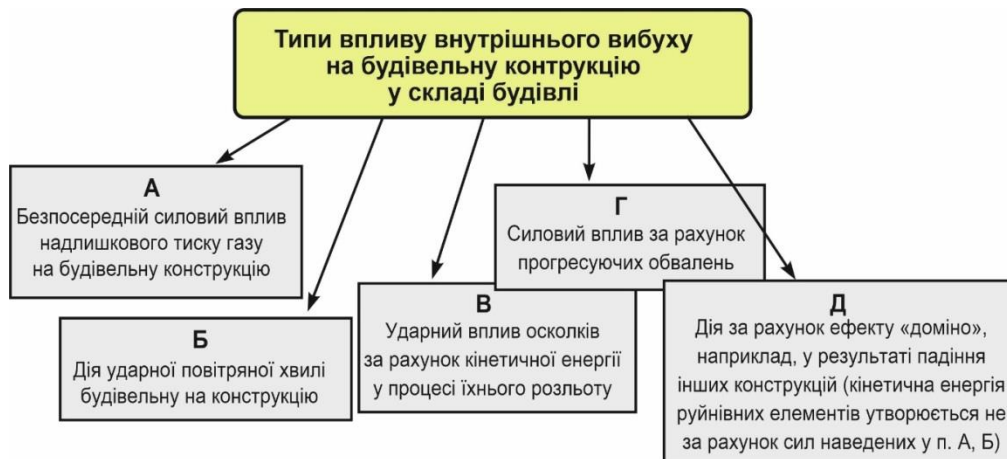


Рисунок 1 – Класифікація типів впливу внутрішнього аварійного вибуху на будівельну конструкцію

Проаналізувавши наслідки руйнувань будівельних конструкцій у багатьох випадках, можна виділити п'ять видів впливу від яких буде залежить розрахункова схема прогнозування руйнувань (рис. 1):

- А) силовий вплив надлишкового тиску газу від вибухового горіння;
- Б) дія ударної повітряної хвилі на конструкцію;
- В) ударний вплив осколків за рахунок кінетичної енергії у процесі їхнього розльоту;
- Г) силовий вплив за рахунок прогресуючих обвалень;
- Д) дія за рахунок ефекту «доміно», наприклад у результаті падіння інших конструкцій (кінетична енергія руйнівних елементів утворюється не за рахунок сил наведених у п. «А»).

Запропонований розподіл на типи впливів ґрунтується на відомих закономірностях газодинаміки вибуху (типи впливів А та Б) та вторинних процесів від переданої кінетичної енергії будівельним конструкціям та їх уламкам.

Перелік посилань:

1. Майборода Р.І., Отрош Ю.А. (2024). Сучасний стан можливості проведення розрахунків на стійкість будівель та споруд до прогресуючого обвалення внаслідок пожежі. *Запобігання виникненню надзвичайних ситуацій, реагування та ліквідація їх наслідків. Матеріали круглого столу*. Харків НУЦЗ України. С. 104-105.
2. Ромашкіна М.А. (2018) Чисельне дослідження напружено-деформованого стану цегляного житлового будинку при запроектних впливах. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування. Збірник наукових праць*. 81. С. 168-176.
3. Коломійчук Г.П., Майстренко О.Ф., Коломійчук В.Г. (2022) Аналіз досліджень із підвищення стійкості до вибухів залізобетонних плит. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. Збірник наукових праць*. 17, С. 68-77. DOI: [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-09](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-09).
4. Ming Jin, Yifei Hao, Hong Hao. (2019). Numerical study of fence type blast walls for blast load mitigation. *International Journal of Impact Engineering*. Volume 131, pp. 238-255. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2019.05.007>

ОГЛЯД АКТУАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПОШИРЕННЯ ВИТОКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ПРИМІЩЕННЯ БУДІВЛІ

Мамаєнко С.О., керівник проф. Налисько М.М.

Український державний університет науки і технологій

Витоки природного газу стали серйозною проблемою громадської безпеки, спричиненою старінням трубопроводів, будівельними дефектами, втручанням третіх сторін, людськими помилками та стихійними лихами. Складні внутрішні архітектурні конфігурації будівель (перегородки, двері, вікна) впливають на формування та вибух хмар природного газу. Вони створюють замкнуті простори з нерівномірним розподілом газу, що під час займання спричиняє швидке зростання тиску й посилення вибухових ефектів. Тому вивчення еволюції таких хмар, розподілу тиску та реакції конструкцій є ключовим для аналізу вибухів і розробки ефективних заходів безпеки.

В роботі [1] наведено просторово-часова еволюція аварій пов'язаних з витоком природного газу та вибухом у замкнутих будівлях. Все це спирається на статистику 30 вибухів у приміщеннях за 2020-2024 роки у китайському регіоні. Аварії з вибухами природного газу зазвичай відбуваються у два етапи: початковий витік газу, потім вибух. Статистичний аналіз причин аварій показує, що основними причинами витоків є незаконне будівництво та експлуатація (42,9 %), аварії трубопроводів через корозію (25,0 %) та відключення або розрив шлангів плит (17,9 %); основними джерелами займання є електричні іскри (42,9 %) та відкритий вогонь від кухонних плит та приладів (25,0 %).

Складне внутрішнє планування будівельних конструкцій створює середовища газодифузії з різними об'ємами дифузії та ступенем обмеження. Оскільки метан (CH_4) — основний компонент природного газу — має фіксовану межу вибуховості (об'ємна частка 5–15 %), об'єм дифузійного домену та ступінь обмеження відіграють вирішальну роль у формуванні та еволюції хмар вибухонебезпечного газу CH_4 (тобто хмар метану з концентраціями в межах межі вибуховості).

В ролі головного прикладу та експериментальної моделі для дослідження в роботі [2], було обрано аварію з вибухом у м. Шияні, провінція Хубей 06.12.2021 року. Було створено повноцінну обчислювальну структуру **CFD**. Моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD) — фіксує просторово-часовий розподіл концентрації природного газу та процес формування-еволюції вибухонебезпечних газових хмар у межах дифузійних доменів, визначених різними конфігураціями дверей-вікон.

Модель приміщень (рис. 1) має джерело витоку розташоване в кімнаті 1, загальна область складається з чотирьох кімнат (кімнати 1–4), з'єднаних трьома внутрішніми дверима (двері 1–3). Кімнати 1 та 2 мають передні двері та заднє вікно, тоді як кімнати 3 та 4 мають по два вікна. Приміщення складаються з двох областей: твердотільної області, що представляє конструкцію будівлі (каркаси, стіни-заповнення та плити), та рідинної області, що представляє газоподібну суміш повітря та природного газу. У всіх сценаріях джерело займання фіксоване в геометричному центрі кімнати 1, яка містить джерело витоку [2].

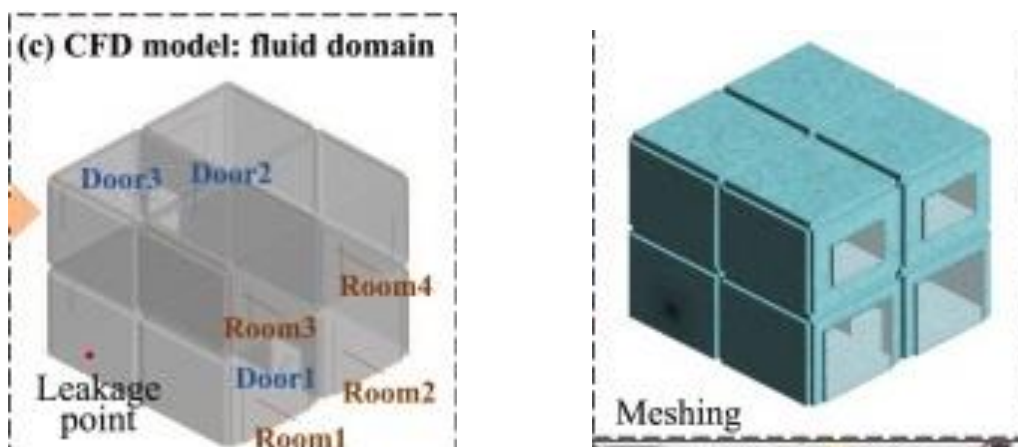


Рис. 1. Модель приміщення дослідження

Подалі в ході експерименту розглядалось декілька сценаріїв з закритими та відкритими дверями і досліджувалась швидкість скупчення газу в вибухонебезпечну хмару з концентрацією ($7,5 < \text{CH} < 15\%$). При цьому загально по всіх експериментах було зафіксовано що об'єм хмар вибухової речовини демонструє таку еволюцію (рис. 2) – зростання (0–147 хв.), плато (147–240 хв.) та розпад (240 хв.).

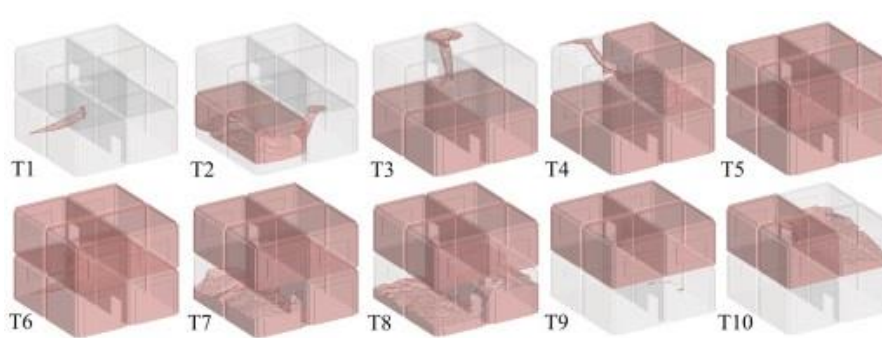


Рис. 2. Еволюція вибухової речовини

Кімнати, розташовані відносно далі від джерела, демонструють довші пікові тривалості (кімната 2 – 173 хв., кімната 3 – 193 хв.) та пізніший час ліквідації небезпеки (кімната 2 – 307 хв., кімната 3 – 333 хв.). Поняття плато визначає часову та концентраційну зону вибухонебезпечності. При цьому було виявлено що об'єм хмари вибухонебезпечного газу зростає від нуля, стабілізується, як тільки концентрація CH_4 у всьому просторі досягає нижньої межі вибухонебезпечності, а потім поступово зменшується до зникнення, коли локальні концентрації перевищують верхню межу вибухонебезпечності. Еволюція об'єму хмари вибухонебезпечного газу демонструє різні часові характеристики між приміщеннями – ті, що знаходяться далі від джерела витоку, мають довшу тривалість піків [1].

Перелік посилань:

1. Minghua Chi, Diya Houc , Fangzhou He, Bin Chene , Wei Li, Yuhao Tan, Hongye Jiang, Xiangguo Zenga Spatiotemporal evolution of natural gas leakage and explosion in confined buildings: Insights from accident-driven full-cycle simulation.
2. Yue C., Chen L., Li Z., Mao Y., Yao X. Experimental study on gas explosions of methane-air mixtures in a full-scale residence building.

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО ВАРІАНТУ
УЛАШТУВАННЯ КАРКАСУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД
ПІД ГОТЕЛЬ З АПАРТАМЕНТАМИ, ВБУДОВАНИМИ НЕЖИТЛОВИМИ
ПРИМІЩЕННЯМИ, ЗАКЛАДОМ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ,
ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ТА КОТЕЛЬНЕЮ ЗА АДРЕСОЮ: ВУЛ. В.
ЄРОШЕНКА, 22 У М. ЛЬВІВ**

Зарожевська А.А., керівник проф. Нетеса М. І.

Український державний університет науки і технологій

В списку сучасних каркасних систем існує широкий спектр технологій, які дозволяють підібрати найбільш раціональний та економічно обґрунтований варіант конструктивної схеми для кожного об'єкта. Враховуючи сучасну економічну ситуацію, особливо актуальним є питання оптимізації вартості зведення будівель. Саме тому вибір ефективного каркасу набуває першочергового значення, адже від нього залежить понад половина загальної вартості робіт, трудомісткість та тривалість будівельного циклу. Однак у випадку реконструкції будівель та споруд вибір типу каркасу значно ускладнюється, оскільки потрібно враховувати сумісність нових конструкцій з існуючими, просторові обмеження, а також підвищені вимоги до безпеки і термінів виконання робіт.

Каркас є основою будівлі, що визначає її міцність, жорсткість і довговічність. Серед традиційних варіантів варто відзначити будівлі з цегляними несучими стінами та плитами перекриття. Перевагами таких конструкцій є екологічність, доступність матеріалу та високі показники звукоізоляції. Водночас до недоліків належать висока трудомісткість, тривалий термін будівництва та обмежена рентабельність при поверховості понад 9–10 поверхів.

Найбільш поширеним сучасним рішенням залишаються монолітні залізобетонні каркаси, які забезпечують архітектурну свободу завдяки відсутності внутрішніх несучих стін, високу просторову жорсткість та скорочення строків у порівнянні з цегляним будівництвом. Проте ці системи потребують значних витрат на арматуру та опалубку, залучення кваліфікованих кадрів та використання важкої будівельної техніки.

Альтернативою є збірно-монолітні каркаси, які поєднують переваги заводських елементів і монолітних ділянок. Використання багатопустотних плит перекриття дозволяє суттєво прискорити темпи будівництва, знизити трудомісткість і забезпечити високу якість робіт. Приклади таких технологій – «АРКОС», «DELTA» та аналогічні системи. Основні недоліки полягають у стандартизації сітки колон та необхідності точного дотримання технологічної послідовності робіт.

Важливим фактором є індустріалізація будівельних процесів. Використання збірних елементів дозволяє скоротити трудомісткість і час зведення, тоді як монолітні рішення забезпечують більшу гнучкість, але потребують більше ресурсів на опалубку та бетонування. Вибір оптимальної технології має враховувати не лише економічні показники, але й наявність будівельної техніки, кваліфікацію робітників та обмеження конкретного будівельного майданчика.

У межах дипломного дослідження, що виконується для реконструкції будівлі під готель з апартаментами, нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею за адресою: м. Львів, вул. В. Єрошенка, 22, планується проведення порівняльного аналізу двох варіантів каркасних систем. Очікуваним результатом стане вибір інноваційного конструктивного рішення, яке

забезпечить оптимальне співвідношення між економічністю, технологічністю та експлуатаційною надійністю.

Ключові слова: реконструкція будівель; каркасні системи; монолітний каркас; збірно-монолітний каркас; економічна ефективність; інноваційні рішення.

МОНОЛІТНІ ТА ЗБІРНО-МОНОЛІТНІ КАРКАСИ У ВИСОТНОМУ БУДІВНИЦТВІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Істін А.С., керівник проф. Радкевич А.В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасне висотне житлове та громадське будівництво в Україні й світі активно розвивається, формуючи нові підходи до проектування й технології зведення будівель. Одним із ключових конструктивних рішень, що визначає надійність та економічну ефективність споруди, є вибір типу несучого каркасу. У практиці найчастіше застосовуються два рішення — монолітні та збірно-монолітні залізобетонні системи. Кожна з них має свої конструктивні та технологічні особливості, що безпосередньо впливають на довговічність будівлі, строки будівництва й витрати ресурсів.

Монолітний залізобетонний каркас забезпечує високу просторову жорсткість і дозволяє створювати різноманітні архітектурні форми. Завдяки відсутності монтажних стиків він характеризується підвищеною надійністю та рівномірним розподілом зусиль. Крім того, монолітні системи надають проектувальникам більшу свободу у плануванні поверхів, що є важливим чинником у сучасному житловому будівництві. Однак головними недоліками залишаються тривалі терміни виконання робіт, значні трудові витрати на влаштування опалубки, а також залежність технологічного циклу від погодних умов [4].

Збірно-монолітні конструкції поєднують переваги заводського виготовлення елементів із надійністю монолітного з'єднання. Вони дозволяють істотно скоротити тривалість будівництва, підвищити якість конструкцій за рахунок стандартизації елементів і забезпечити ефективну логістику на майданчику. Водночас проблемними залишаються питання надійності стиків, сприйняття сейсмічних і вітрових навантажень та необхідність ретельного контролю зварних і бетонних з'єднань [2].

Особливого значення тема вибору типу каркасу набуває для багатоповерхових будівель у містах із динамічною забудовою, де важливими є не лише технічні характеристики, але й економічні показники. Дослідження свідчать, що збірно-монолітні системи при грамотному проектуванні можуть демонструвати показники жорсткості та надійності, співставні з монолітними, при цьому скорочуючи календарні строки зведення на 15–25 % [1]. Це відкриває можливості для швидшої реалізації інвестиційних проєктів і зменшення загальних витрат.

Водночас, у нормативній базі України наголошується на необхідності суворого дотримання вимог до стиків, анкерування арматури та забезпечення сумісної роботи збірних і монолітних частин [3]. Це зумовлює підвищені вимоги до інженерних розрахунків і технічного нагляду, що робить тему актуальною для дослідницьких і практичних розробок.

Таким чином, питання вибору між монолітними та збірно-монолітними каркасами не обмежується суто технологічним аспектом. Воно охоплює технічні, економічні та експлуатаційні фактори, які безпосередньо впливають на темпи розвитку висотного будівництва. Актуальність подальших досліджень у цій сфері зумовлена потребою в адаптації технологій до конкретних містобудівних умов, урахуванням кліматичних та сейсмічних впливів, а також необхідністю оптимізації витрат при збереженні високих стандартів надійності й безпеки.

Список літератури:

1. Comparison between RCC and Composite Buildings. (2023). International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET). Отримано з <https://www.ijraset.com/research-paper/comparison-between-rcc-and-composite-buildings>
2. Грушкевич, Д. С. (2023). Проект багатоповерхової житлової будівлі з дослідженням монолітного залізобетонного каркасу (Кваліфікаційна робота). Тернопіль: ТНТУ. Отримано з https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/44029/2/KRM_Hrushkevych.pdf
3. ДСТУ Б В.2.6-154:2010. (2010). Конструкції будинків і споруд. Конструкції залізобетонні збірно-монолітні. Київ: Мінрегіонбуд України.
4. Почапський, М. Д. (2022). Збірно -монолітні технології будівництва. Будівельне виробництво, 74. Отримано з <https://ndibv-building.com.ua/index.php/Building/article/download/419/181>

КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ СУЧАСНИХ МАГАЗИНІВ «АТБ-МАРКЕТ»

Кіхтенко Д. С., керівник проф. Банніков Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Роздрібна мережа «АТБ-Маркет» є однією з найбільших торговельних систем України, яка за десятиліття діяльності пройшла шлях від кількох гастрономів до масштабної мережі сучасних супермаркетів. Активний розвиток компанії потребував уніфікованих архітектурних та конструктивних рішень, що забезпечують ефективність будівництва, функціональність та комфорт для покупців і працівників. Залежно від умов розташування та технічних завдань, будівлі магазинів «АТБ-Маркет» реалізуються у кількох основних типах. Вони відрізняються конструктивними схемами, видами фундаментів і несучих елементів, проте мають подібні функціональні зони та використання матеріалів.

Роздрібна мережа «АТБ» починалася у далекому 1993 році з 6 гастрономів у місті Дніпропетровськ (зараз Дніпро). Назва «АТБ-Маркет» утворилася лише у 1998 році у вигляді аббревіатури від початкової назви організації - «АгроТехБіз-нес». Перед початком повномасштабного вторгнення (кінець 2021 року) на тери-торії 22 областей України налічувалося понад 1300 функціонуючих магазинів «АТБ-Маркет».

В залежності від конструктивного рішення більшість магазинів можна поділити на 3 типи.

Перший тип – одноповерхові магазини «АТБ-Маркет» (рис. 1.1).

Будівлі мають окремостоячі фундаменти та колони коробчастого перерізу з двох швелерів. Зовнішні стіни виконані з сендвіч-панелей з утеплювачем, внутрішні перегородки – з цегли, гіпсокартону чи газобетонних блоків. Покрівля – плоска або двоскатна безгорищна. Вікна, двері та фрамуги виготовлені з металопластикових (частіше алюмінієвих) профілів з порошковим фарбуванням. Підлога – керамогранітна плитка з антиковзною поверхнею.

Другий тип – двоповерхові магазини «АТБ-Маркет» (рис. 1.2).

У зв'язку зі значним навантаженням на основу використовують фундаменти глибокого закладання. Колони мають складений переріз зі швелерів. Кроквяні ферми також мають складений переріз з прокатних швелерів. Вертикальні в'язі по колонах та горизонтальні в'язі покриття мають короб-частий переріз зі зварного квадратного профілю.



Рис. 1.12 – Одноповерховий магазин АТБ (м. Бровари).

Зовнішні стіни виконані з цегляної кладки з мінераловатним утеплювачем, перегородки – з гіпсокартону чи цегли, внутрішні – з газобетонних блоків. Стіни сходових клітин – з керамічної цегли. Покрівля зазвичай односкатна або плоска. Вікна, двері та фрамуги – з металопластикових профілів із порошковим фарбуванням. Підлога – керамогранітна плитка з антиковзною поверхнею.



Рис. 1.2 – Двоповерховий магазин АТБ (м. Львів).

Третій тип – магазини «АТБ-Маркет» арочного типу (рис. 1.3).

Фундаменти окреmostоячі, з'єднані з несучими арочними конструкціями сегментного типу. Арки мають переріз двотаврової балки, прогони виконані зі зварних квадратних профілів. Зовнішні стіни та дах – із сендвіч-панелей або профнастилу з утеплювачем, внутрішні стіни – з газобетону, перегородки – з цегли чи гіпсокартону. Вікна й двері – металопластикові, підлога – керамогранітна плитка з антиковзною поверхнею. У кожному магазині є торговельна зала, склад, побутові та вантажно-розвантажувальні приміщення. Основні відмінності між типами будівель полягають у фундаментах, каркасах та несучих конструкціях.



Рис. 1.3 – Магазин АТБ арочного типу (м. Дніпро).

Будівлі магазинів «АТБ-Маркет» реалізуються у трьох основних типах — одноповерховому, двоповерховому та арочному. Незважаючи на відмінності у конструктивних схемах, фундаментах і несучих елементах, усі вони мають подібні функціональні зони та використовують схожі матеріали. Така уніфікація забезпечує ефективність будівництва, зручність експлуатації та відповідає сучасним вимогам торговельної інфраструктури.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПОКРІВЕЛЬНИХ СИСТЕМ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Кравченко В.Л., керівник проф. Радкевич А.В.

Український державний університет науки і технологій

Карпатський регіон України відзначається специфічними кліматичними та експлуатаційними умовами, які суттєво впливають на вибір покрівельних матеріалів. Значні опади у вигляді дощу та снігу, перепади температур, підвищене снігове навантаження взимку та вимоги до довговічності й архітектурної виразності будівель зумовлюють необхідність ретельного аналізу різних типів покрівель. Крім того, туристична та курортна спрямованість регіону висуває додаткові вимоги до естетики й безпеки будівель, що особливо важливо для готельних комплексів і громадських споруд. У цьому контексті актуальним є порівняння мембранних покрівель із традиційними матеріалами, такими як бітумні, металеві чи черепичні покрівлі [1].

Мембранна покрівля є сучасною багатошаровою системою, що передбачає використання полімерних матеріалів (ПВХ, ТПО, ЕПДМ), які створюють еластичне, водонепроникне та стійке до ультрафіолету покриття. Основні переваги таких систем — висока герметичність, стійкість до механічних навантажень і здатність витримувати багато циклів заморожування та відтавання без втрати експлуатаційних характеристик [2]. Мембранні покрівлі особливо ефективні для плоских і малоскатних дахів, оскільки зменшують ризик протікання та акумулювання води на поверхні. Монтаж здійснюється шляхом термозварювання швів, що мінімізує кількість стиків і підвищує довговічність. Крім того, сучасні мембрани забезпечують можливість виконання додаткових навантажень — наприклад, монтажу сонячних панелей чи систем кондиціонування без пошкодження гідроізоляційного шару [3].

Бітумні покрівлі (рулонні або м'які) традиційно застосовувалися в Карпатах, однак мають обмежений термін служби — 10–15 років. Під впливом ультрафіолету та різких перепадів температур бітум втрачає еластичність, з'являються тріщини, що

підвищує ймовірність протікання. В умовах високого снігового навантаження бітумні покрівлі потребують регулярного технічного обслуговування та ремонту, а також додаткових підпор або систем снігозатримання [1].

Металеві покрівлі (профнастил, металочерепиця) приваблюють відносно низькою вартістю та швидкістю монтажу, але мають низку обмежень. Під час сильних дощів або граду метал створює високий рівень шуму, що знижує комфорт проживання. Взимку на гладкій поверхні сніг накопичується й може лавиноподібно сходити, створюючи небезпеку для людей і будівельних конструкцій. Крім того, у разі пошкодження захисного полімерного або лакофарбового покриття метал схильний до корозії, що потребує регулярного контролю та обробки [2].

Натуральна черепиця, яка часто вважається естетично найпривабливішою, витримує кліматичні умови та має тривалий термін служби, але є важкою конструкцією. Це створює додаткове навантаження на несучі елементи, підвищує витрати на проектування та будівництво, а також ускладнює ремонт окремих елементів у разі пошкодження [4].

Таким чином, мембранні покрівлі демонструють оптимальне співвідношення довговічності, економічності та функціональності для Карпатського регіону. Вони перевершують бітумні матеріали за терміном служби й надійністю, більш практичні за металеві покрівлі з точки зору безпеки та акустичного комфорту, а також вигідніші у вартості та монтажі порівняно з натуральною черепицею. Для сучасних курортних та готельних комплексів у Карпатах мембранні системи стають ефективним і практичним рішенням, що поєднує сучасні технології з урахуванням специфіки гірських умов [5].

Список літератури:

1. Державні будівельні норми України, «Навантаження та впливи на покрівлі», Київ, 2018.
2. Кучеренко В.І., «Сучасні покрівельні матеріали та їх застосування», Львів, 2020.
3. Мельник С.П., «Матеріали та конструкції покрівель у гірських умовах», Івано-Франківськ, 2019.
4. Пархоменко О.О., «Технології мембранних покрівель в Україні», Київ, 2021.
5. Петренко Л.М., «Порівняльний аналіз покрівельних систем», Харків, 2022.

КОНСТРУКТИВНІ ІННОВАЦІЇ У ФОРМУВАННІ СУЧАСНИХ РЕКРЕАЦІЙНИХ ЦЕНТРІВ

Осадча О.Р., керівник проф. Банніков Д. О.

Український державний університет науки і технологій

Розвиток сучасних міст неможливий без формування комфортного й багатофункціонального середовища. Важливу роль у цьому процесі відіграють рекреаційні центри, які поєднують у собі функції спорту, оздоровлення, культурного дозвілля та соціальної взаємодії. Такі об'єкти не лише створюють умови для активного способу життя, а й підвищують якість міського простору, зміцнюють соціальні зв'язки та формують культурний образ громади.

У місті Кембридж, відомому своєю історико-архітектурною спадщиною та динамічним освітньо-науковим середовищем, рекреаційні комплекси набувають особливої актуальності. Їхнє створення є не лише архітектурним завданням, але й вагомим чинником гармонійного розвитку міста, здатним забезпечити баланс між історичною цінністю середовища та сучасними суспільними потребами.

Ключове значення у проектуванні рекреаційних центрів мають конструктивні рішення. Вони визначають безпеку, надійність і довговічність будівель, а також забезпечують можливість формування великопротітних просторів без внутрішніх опор, трансформацію інтер'єрів, енергоефективність та відповідність екологічним вимогам.

Використання сучасних матеріалів — сталі, скла, клеєної деревини, полімерних мембран — розширює архітектурні можливості, надаючи спорудам легкості, прозорості й виразності.

Таблиця 1- Інноваційні підходи у створенні рекреаційних просторів

Тенденція / напрям	Характерні риси	Приклади застосування
Великопрольотні конструкції	Відсутність внутрішніх опор; металеві ферми, клеєнодерев'яні елементи, просторові каркаси	Спортивні арени, аквапарки, зали для культурних подій
Мембранні та оболонкові системи	Використання ETFE-плівки, полімерних тканин; прозорість, легкість, повітряність	Прозорі покриття, куполи, павільйони
Монолітно-каркасні системи	Гнучкість планувань, можливість трансформації	Спортивно культурні комплекси, багатофункціональні центри
Скляні фасади й атріуми	Максимум природного світла, візуальна відкритість, зв'язок з природою	Атріуми, фасадне скління
Трансформовані простори	Мобільні перегородки, підйомні платформи, складані трибуни	Перетворення залу зі спортивного на концертний чи виставковий
Екологічні рішення	Зелені дахи, фасади з рослинністю, утилізація дощової води, сонячні панелі, енергоощадні матеріали	Еко-рекреаційні комплекси, «зелені» будівлі

Один із прикладів сучасної громадської інфраструктури — це новий спільний кампус у південному Кембриджі. Він об'єднує рекреаційний комплекс, школи, дитячий садок, бібліотеку та парк, створюючи багатофункціональний простір для мешканців усіх вікових груп. Центральним елементом проекту є рекреаційний зал. До його складу увійдуть 25-метровий басейн із десятьма доріжками, теплий басейн для відпочинку (рис. 1.1), три спортивні зали міжнародного рівня, бігова доріжка, фітнес-зона та багатофункціональні кімнати. Комплекс забезпечить можливості як для професійних занять спортом, так і для відпочинку та оздоровлення.





Рис.1.1 – Ілюстрація 25-метровий басейн та басейн для відпочинку

Додаткові зручності включають філію міської бібліотеки та відкриті зелені простори з парком і зонами відпочинку. Завдяки такому поєднанню кампус стане зручним і безпечним місцем для навчання, спорту, культурних заходів та спільного дозвілля (рис. 1.2).



Рис.1.2 – Ілюстрація дозвілля на території кампуса

Цей проект демонструє сучасний підхід до розвитку громади, де в одному просторі гармонійно поєднуються освітні, культурні та спортивні можливості, сприяючи активному та здоровому способу життя мешканців.

Таким чином, сучасні рекреаційні центри постають як багатофункціональні архітектурні комплекси, що поєднують конструктивну інноваційність, функціональну гнучкість та екологічну відповідальність. Їхнє проектування в умовах Кембриджа потребує ретельного добору конструктивних рішень, які забезпечать ефективність і довговічність будівель, водночас органічно інтегруючи їх у культурно-історичне середовище міста.

**ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ТИПУ КАРКАСУ БАГАТОКВАРТИРНОГО
ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ З ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ПОЄДНАННЯМ
ТЕХНОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ ТА КОНСТРУКТИВНОГО
ОБҐРУНТУВАННЯ (С. СОФІЇВСЬКА БОРЩАГІВКА,
ПРОСП. ГЕРОЇВ НЕБЕСНОЇ СОТНІ, 12/1–12/4)**

Ревякін М.О., керівник проф. Нетеса М.І.

Український державний університет науки і технологій

В умовах не стабільної економічної ситуації, коли вартість житла є надто високою для пересічного покупця, перед забудовниками постає завдання пошуку шляхів здешевлення процесу зведення будівель. Визначальним елементом у цьому є каркас споруди, адже саме він забезпечує її міцність, стійкість і довговічність. Крім того, на каркас припадає понад половину вартості, трудових витрат і часу будівництва. Правильна оцінка конструктивної схеми на етапі проектування є надзвичайно важливим завданням, адже від цього залежить не лише економічність та швидкість будівництва, але й довговічність, безпека та архітектурна свобода майбутньої будівлі.

У сучасному будівництві застосовуються різні конструктивні системи, але всі вони різні та мають певні переваги, недоліки, конструктивні особливості та певні вимоги чи обмеження. В дипломній роботі розглянуті традиційні та сучасні каркасні схеми, які можливо буде реалізувати на будівельному майданчику під час зведення комплексу.

Монолітний залізобетонний каркас – це найбільш універсальне рішення для багатоповерхових будинків. Він забезпечує високу просторову жорсткість, стійкість до сейсмічних навантажень та дозволяє реалізовувати гнучкі архітектурно-планувальні рішення. Недоліком є більша тривалість зведення через бетонування, потреба у значних витратах на опалубку, значна трудомісткість.

Збірно-монолітний каркас типу АРКОС поєднує заводські елементи (збірні або монолітні колони, багатопустотні плити перекриття) з монолітними ригелями, що замонолічуються на безпосередньо на будівельному майданчику. Така система дозволяє поєднати швидкість монтажу зі збірних елементів та жорсткість монолітних вузлів. Вона ефективна здебільшого для житлових комплексів середньої поверховості.

Окрему увагу заслуговує безкаркасна перехресна схема з несучими стінами з цегли та перекриттями із багатопустотних плит. У такій системі навантаження сприймають як поздовжні, так і поперечні стіни, завдяки чому будівля жорстка та стійка. Це традиційне та надійне рішення, яке економічно вигідне для малоповерхового і середньо поверхового житлового будівництва.

У роботі зосереджено увагу на порівняльному аналізі двох варіантів, які найбільше відповідають умовам проєктованого комплексу це – монолітний залізобетонний каркас та безкаркасна перехресна схема зі стінами з керамічної цегли та перекриттями з багатопустотних плит. Кожен з цих варіантів має свої переваги та обмеження, тому їхній аналіз проводиться за критеріями технологічності, економічності, надійності та зручності експлуатації.

Водночас, можлива й компромісна пропозиція, яка полягає у застосуванні вертикальних несучих стін із керамічної цегли в поєднанні з монолітними плитами перекриття. Така система здатна об'єднати переваги двох підходів: з одного боку – забезпечити високу несучу здатність і довговічність цегляних стін, а з іншого – створити архітектурну свободу та підвищену жорсткість за рахунок монолітних перекриттів.

Таким чином, вибір конструктивної схеми для багатоквартирного житлового комплексу повинен базуватися на глибокому порівняльному аналізі, що дозволить

визначити найбільш раціональний варіант з урахуванням конкретних умов будівництва.

Ключові слова: конструктивна схема, безкаркасна перехресна схема, порівняльний аналіз каркасів, збірно-монолітний каркас, оптимальний тип каркасу.

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО ВАРІАНТУ
ВЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЛІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БАГАТОКВАРТИРНОГО
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ ІЗ ВБУДОВАНО-ПРИБУДОВАНИМИ
НЕЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ ТА ПІДЗЕМНИМИ ПАРКІНГАМИ ПО
ВУЛ. КЕЛЕЦЬКІЙ В М. ВІННИЦЯ (ЧЕРГА 1)**

Шустов А.О., керівник проф. Радкевич А.В.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному будівництві покрівельні системи відіграють одну з ключових ролей, оскільки вони забезпечують захист конструкцій від атмосферних опадів, впливають на енергоефективність будівлі та її експлуатаційну надійність. Серед численних матеріалів для улаштування покрівель особливу увагу приділяють традиційним рулонним матеріалам на основі руберойду та сучасним полімерним мембранам, зокрема ТПО. Кожен із цих варіантів має власні технічні характеристики, технологію монтажу та особливості експлуатації.

Рубероїдна покрівля належить до класичних рішень у будівництві. Вона виконується з бітумних рулонних матеріалів, які укладаються в кілька шарів із застосуванням мастик або наплавлення. Система відзначається відносно низькою вартістю та простотою технології виконання, що зумовлює її поширене застосування протягом тривалого часу. Такий тип покрівлі забезпечує гідроізоляційний захист та допустимий рівень експлуатаційної надійності. Водночас до її недоліків можна віднести обмежений термін служби, потребу в регулярному ремонті та поступове зниження водонепроникності під дією ультрафіолетового випромінювання і перепадів температур.

ТПО-мембрана є сучасним полімерним матеріалом, що виготовляється на основі термопластичних олефінів із використанням армувальних шарів. Покрівельні системи з ТПО-мембран характеризуються високою стійкістю до ультрафіолету, озону та механічних впливів. Завдяки еластичності та зварюванню гарячим повітрям утворюються надійні герметичні шви, які забезпечують довготривалу гідроізоляцію. Монтаж мембрани відбувається у великоформатних полотнищах, що зменшує кількість стиків і скорочує терміни виконання робіт. До переваг таких систем відносять довговічність, екологічність матеріалу та можливість використання у складних архітектурних рішеннях. Проте встановлення ТПО-мембран вимагає спеціалізованого обладнання та кваліфікованих фахівців, а початкові витрати на матеріали й роботи є вищими порівняно з традиційними рулонними покриттями.

Окремої уваги заслуговує питання експлуатаційних витрат протягом життєвого циклу покрівлі. Якщо для рулонних матеріалів характерними є періодичні ремонти та відновлення верхнього шару, то мембранні системи потребують мінімального втручання у процесі експлуатації. Водночас вартість утримання не визначається лише ремонтами: важливу роль відіграє енергоефективність, адже сучасні покрівельні матеріали знижують теплові втрати, впливаючи на загальні витрати на опалення та кондиціювання будівлі. Таким чином, аналіз покрівельних систем має проводитися не тільки за початковою вартістю матеріалів і монтажу, а й за сумарними витратами протягом усього терміну служби.

Ключові слова: покрівельні системи, рубероїд, ТПО-мембрана, гідроізоляція.

Список літератури

1. Утеплення, ремонт та реконструкція плоских покрівель цивільних будівель: посібник/Авраменко Ю.О., Лещенко М.В., Магас Н.М. [та ін.]; за ред. О.В. Семка. – Полтава: ПП «Астроя». – 238 с.
2. Переваги рулонної покрівлі [Електронний ресурс] URL: <https://kskroof.ua/ua/advantages-of-roll-roofing>.
3. CEU: Оцінка реальної продуктивності покрівель з ТПО, що пройшли випробування в польових умовах. Дженніфер Кіган [Електронний ресурс] URL: <https://www.buildingenclosureonline.com/articles/89233-ceu-evaluating-real-world-performance-of-field-aged-tpo-roofs>

ВИБІР І ЗАСТОСУВАННЯ ФАСАДНИХ СИСТЕМ У ВИСОТНОМУ БУДІВНИЦТВІ

Щербінін А.В., керівник проф. Радкевич А.В.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному будівництві фасадні системи відіграють важливу роль не лише з точки зору архітектурної виразності, але й з погляду енергоефективності, довговічності та комфортності будівель. Для багатоповерхових житлових споруд найбільш поширеними рішеннями залишаються навісні вентилязовані фасади (НВФ) з мінераловатним утеплювачем і облицюванням керамогранітними плитами, а також так звані «мокрі» фасади (система скріпленої теплоізоляції). Кожна з цих технологій має свої переваги та недоліки, що визначає необхідність детального аналізу при виборі оптимального рішення.

Навісний вентиляований фасад завдяки наявності вентиляваного повітряного прошарку забезпечує підвищений рівень тепло- та вологообміну, що позитивно впливає на мікроклімат приміщень і зменшує ризик конденсації. Крім того, використання керамограніту дозволяє досягти високих експлуатаційних характеристик: стійкість до атмосферних впливів, довговічність та пожежна безпека. Недоліками системи залишаються висока вартість матеріалів і монтажу, а також необхідність ретельного розрахунку кріплень та підконструкції [1].

«Мокрі» фасади, у яких теплоізоляційні плити (мінеральна вата або пінополістирол) закріплюються безпосередньо на несучій стіні з подальшим нанесенням армувального та декоративного штукатурного шару, вирізняються економічністю та простотою монтажу. Вони добре підходять для об'єктів середньої поверховості та забезпечують належний рівень теплозахисту. Разом з тим, їхня довговічність суттєво залежить від умов експлуатації: підвищена вологість чи різкі перепади температур можуть призвести до утворення тріщин і скорочення терміну служби. Для висотних будівель важливим обмеженням є також більша ймовірність пошкодження оздоблення при експлуатаційних навантаженнях [2].

Порівняння двох систем свідчить, що НВФ забезпечує кращу стабільність теплофізичних характеристик і має вищий експлуатаційний ресурс (до 50 років і більше), тоді як «мокрі» фасади зазвичай потребують ремонту або оновлення декоративного шару вже через 15–20 років [3]. Утім, капітальні витрати на НВФ суттєво більші, а технологія монтажу вимагає кваліфікованих виконавців. Натомість «мокрый» фасад залишається привабливим завдяки нижчій вартості та можливості реалізації навіть невеликими підрядними організаціями.

Актуальність дослідження фасадних систем для висотних споруд пояснюється зростаючими вимогами до енергоефективності будівель та довговічності

огороджувальних конструкцій. Згідно з європейськими та українськими нормами, у проектах мають передбачатися рішення, що забезпечують зниження тепловтрат і захист від зовнішніх кліматичних факторів [4]. Вибір між НВФ і «мокрими» фасадами напряму впливає на економіку проекту, терміни будівництва та вартість експлуатації. Це робить тему досліджень у цій сфері надзвичайно актуальною для практики сучасного висотного будівництва.

Список літератури:

1. Babiy, A., & Tkachenko, V. (2021). Ventilated façade systems in high-rise construction: energy efficiency and durability. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(6), 771–786. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-02-2020-0024>
2. Kropyvnytskyi, A., & Dorofieiev, D. (2022). Performance of external thermal insulation composite systems in Ukrainian climate conditions. *Journal of Building Engineering*, 51, 104299. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104299>
3. Pavlenko, I., & Melnyk, T. (2023). Comparative analysis of “wet” and ventilated façade systems for energy-efficient construction. *Construction Science and Technology*, 9(2), 45–52. <https://doi.org/10.2478/cst-2023-0012>
4. ДБН В.2.6-31:2021. (2021). Теплова ізоляція будівель. Київ: Мінрегіон України.

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ПІДХОДУ ДО РОЗРАХУНКУ ВИБУХОВО-УДАРНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ВІД ЗАСОБІВ УРАЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Гололобов М. О., керівник проф. Банніков Д. О.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах, коли збройні конфлікти призводять до масових обстрілів цивільної інфраструктури, питання, пов'язані з вивченням вибухово-ударних навантажень, набувають високої актуальності. Інженерам-будівельникам все частіше доводиться розраховувати конструкції не лише на традиційні експлуатаційні навантаження, але й на екстремальні впливи, спричинені дією ударної хвилі, осколків та кінетичного удару. Це стосується найрізноманітніших об'єктів – від критично важливих споруд до звичайних громадських будівель, таких як магазини, руйнування яких паралізує життєзабезпечення населення.

Однак, для проведення такого аналізу необхідний чітка методика, що дозволяє перейти від загального опису загрози до кількісних значень навантажень, які діятимуть на конструкцію. Без цього неможливо ні оцінити ступінь пошкодження існуючих будівель, ні запроєктувати ефективні заходи їхнього посилення. Саме тому основним інструментом дослідження є спеціальна методика розрахунку, яка дозволяє кількісно оцінити ключові параметри вибухово-ударного впливу.

Згідно з методики розрахунок вибухово-ударного навантаження від засобів ураження включає три ключові компоненти:

1. Механічний вплив при прямому ударі;
2. Дію вибухової ударної хвилі на відстані;
3. Швидкість уламків і елементів ураження від бойової частини.

Для розрахунку механічного впливу при прямому ударі використовується наступна формула (1.1):

$$F = m \cdot \frac{V_1 - V_2}{d_t} \quad (1.1)$$

де F — сила удару (Н);

m — маса тіла;

V_1 — швидкість на початку удару;

V_2 — швидкість після удару;

d_t — час контакту.

Надлишковий тиск на фронті вибухової ударної хвилі (ВУХ) розраховується наступним чином:

Для приведеної відстані використовується формула (1.2):

$$\bar{R} = \frac{R}{\sqrt[3]{Q_{ef}}}, \quad (1.2)$$

де $Q_{ef} = (1 - \epsilon)\alpha M_{ex}$;

R — відстань від центру вибуху до об'єкта;

ϵ — частка енергії вибуху;

α — відношення питомої енергії вибухової речовини до тротилу;

M_{ex} — маса вибухової речовини.

Формула (1.3) для надлишкового тиску:

$$\Delta p_f = \begin{cases} \left(\frac{0.92}{\bar{R}} + \frac{3.5}{\bar{R}} + \frac{10.6}{\bar{R}} \right) \text{ при } 1.2 \leq \bar{R} \leq 17.8, \\ 4.2\bar{R}^{-1.45} \text{ при } 17.8 \leq \bar{R} \leq 1000 \end{cases}, \quad (1.3)$$

Швидкість уламків і елементів ураження розраховується за формулою (1.4):

$$V_p = 0.5D \sqrt{\frac{\varphi_1 \alpha}{2 + \alpha/\varphi}}, \quad (1.4)$$

де D — швидкість детонації ВР (7700 м/с);

$\alpha = m_{ep}/m_m$ (відношення маси вибухової речовини до маси металу корпусу);

φ — коефіцієнт форми.

Формула (1.5) для розрахунку глибини проникнення уламків у матеріал:

$$h = \frac{l_0}{2\chi_0} \cdot \frac{\rho_{02}}{\rho_{01}} \ln\left(1 + \chi_0 \frac{\rho_{01} V_c^2}{H}\right), \quad (1.5)$$

де l_0 — довжина уламка;

χ_0 — коефіцієнт форми;

ρ_{01} — густина матеріалу перешкоди;

ρ_{02} — густина матеріалу уламка;

V_c — швидкість боєприпасу;

H — динамічна твердість матеріалу.

В таблиці 1 будуть представлені результати розрахунків. Розрахунки були виконані при $R=5$ м.

Порівняльний аналіз руйнівного потенціалу різних засобів ураження дозволяє зробити висновок, що найнебезпечнішими для цивільних об'єктів, зокрема легких будівельних конструкцій магазинів, є високоточні балістичні та гіперзвукові ракети, такі як «Іскандер-М», «Кинджал» та авіаційна бомба «КАБ-500». Саме ці засоби, завдяки поєднанню великої маси бойової частини, надзвичайно високої швидкості удару та потужної вибухової хвилі, здатні завдати наймасштабніших руйнувань, що призводять до повного знищення конструкції.

Але навіть серед безпілотних засобів ураження потрібно звернути увагу на «Shahed-238», через їхню доступність та здатність обходити ППО, що робить їх удари найімовірнішими.

Таблиця 1.

Засіб ураження	Сила удару F (кН)	Надлишковий тиск Δp_f (кПа) при $R=5$ м	Швидкість уламків V_p (м/с)	Глибина проникнення h (м) при $\rho_{01}=40$ кг/м ³ , $H=5 \cdot 10^6$ Па
Shahed-136	204	7 671	1 857	59,5
Shahed-131	137,7	3 533	1 857	59,5
Shahed-238	1 474,4	7 671	1 857	59,5
Іскандер-М	159 600	54 385	2 912	69,3
Калібр	11 968	54 385	2 912	69,3
КАБ-500	59 024	55 504	2 912	69,3
Kh-47M2 "Кинджал"	286 638	59 970	2 912	69,3

КАРКАСНІ БУДІВЛІ В УМОВАХ КАРПАТ: ВИКЛИКИ ТА ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ

Клименко М.Д., керівник проф. Нетеса М.І.

Український державний університет науки і технологій

Висотне будівництво у гірських регіонах, таких як Поляниця (Івано-Франківська область), потребує особливого підходу до проектування несучого каркасу. Інженерно-геологічні умови — скельні та тріщинуваті ґрунти, високий рівень підземних вод і підвищена сейсмічність — накладають жорсткі вимоги до конструктивної схеми. У таких умовах критично важливим є порівняння двох основних типів каркасів: монолітного та збірно-монолітного (гібридного), з точки зору надійності, технологічності та економічності [1].

Монолітний каркас забезпечує високу площинну суцільність, що підвищує просторову жорсткість будівлі та рівномірність розподілу навантажень. Він дозволяє гнучко організовувати внутрішні планування та інтегрувати інженерні мережі. Особливо важливою є здатність моноліту витримувати динамічні навантаження, що виникають під час сейсмічних впливів. Проте будівництво монолітного каркасу в складних карпатських умовах характеризується тривалими термінами, високими трудовими витратами та залежністю від погодних умов під час заливки бетону. Також потребує значних тимчасових опор і опалубки на всіх рівнях [2].

Збірно-монолітний каркас поєднує заводську точність виготовлення елементів із надійністю монолітного з'єднання в місцях обв'язки. Використання збірних колон, ригелів та плит перекриття дозволяє скоротити терміни монтажу та підвищити стабільність геометричних параметрів. Монтажні роботи можна організувати більш паралельно, зменшуючи тривалість відкритих земляних та підземних робіт. Однак головним обмеженням є необхідність ретельного проектування стиків та забезпечення надійного анкерування, особливо у районах із підвищеною сейсмічністю [3]. Недостатній контроль стиків може призвести до локальних концентрацій напружень та зниження загальної жорсткості каркасу.

Порівняльний аналіз показує, що для 9–10-поверхових будівель у гірських умовах Карпат обидва варіанти можуть забезпечити належну несучу здатність. Монолітний каркас має перевагу у гнучкості архітектурних рішень та довговічності, тоді як збірно-монолітний скорочує строки будівництва і зменшує витрати на монтажні

роботи. Для обох типів необхідне врахування взаємодії з ґрунтовим масивом і контроль деформацій, особливо в умовах близького залягання підземних вод і наявності скельних порід [4].

Економічна ефективність будівництва безпосередньо залежить від вибору каркасу. Збірно-монолітна технологія дозволяє оптимізувати використання техніки та робочої сили, скоротити календарні терміни та зменшити вплив на навколишнє середовище. Монолітний каркас, попри більші витрати часу, забезпечує більш однорідну структуру та меншу кількість стиків, що підвищує експлуатаційну надійність. Сучасні дослідження вказують на важливість комплексного підходу, який враховує технічні, економічні та сейсмічні фактори при виборі конструктивного рішення [1][3].

Отже, у складних умовах Карпатський регіон потребує ретельного порівняння монолітного та збірно-монолітного каркасів для оптимізації надійності, строків будівництва та ресурсозбереження. Таке дослідження дозволяє визначити оптимальні технологічні рішення і адаптувати сучасні методи будівництва до складних геологічних та кліматичних умов.

Список літератури:

1. Bilous, O., & Dmytrenko, V. (2021). Modern approaches to modular and prefabricated construction in mountainous regions. *Journal of Building Engineering*, 43, 102536. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102536>
2. Jeong, S., & Kim, Y. (2020). Performance of reinforced concrete frame systems under seismic conditions. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 103, 103497. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103497>
3. Koval, R., & Petrenko, I. (2020). Structural performance of frame systems in seismic regions of Ukraine. *Civil Engineering Journal*, 6(9), 1721–1735. <https://doi.org/10.28991/cej-2020-03091609>
4. Shen, L., & Liu, H. (2023). Comparative analysis of monolithic and composite frame construction methods. *Journal of Building Engineering*, 72, 106505. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.106505>

НОВЕ БУДІВНИЦТВО АПАРТАМЕНТ-ГОТЕЛЮ З ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ЗА АДРЕСОЮ: ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА ОБЛАСТЬ, НАДВІРНЯНСЬКИЙ РАЙОН, С. ПОЛЯНИЦЯ, УЧАСТОК ВИШНІ. ІННОВАЦІЙНИЙ ВАРІАНТ ФАСАДУ

Міщенко В.В., керівник проф. Нетеса М.І.

Український державний університет науки і технологій

Сучасне проєктування апартament-готелів передбачає не лише забезпечення функціональності та комфорту відпочинку, але й створення архітектурно виразних будівель, які гармонійно інтегруються в природне середовище. У гірських регіонах, зокрема в Карпатах, актуальним стає використання фасадних рішень, що поєднують енергоефективність, довговічність та естетичну привабливість.

У рамках дипломного проєкту розробляється нове будівництво апартament-готелю з підземним паркінгом у с. Поляниця Надвірнянського району Івано-Франківської області. Основним завданням є визначення оптимального інноваційного варіанта фасаду, який відповідатиме кліматичним умовам гірської місцевості, сприятиме зниженню енергозатрат на опалення та кондиціонування, а також підкреслюватиме унікальність туристичної інфраструктури регіону.

Розглядаються сучасні фасадні технології: вентиляовані фасади з використанням композитних матеріалів, фіброцементних плит та дерев'яних декоративних елементів, що дозволяють поєднати сучасні конструктивні рішення з традиційними мотивами

карпатської архітектури. Особлива увага приділяється екологічності матеріалів, теплоізоляційним властивостям та простоті подальшої експлуатації.

Оглянемо теплоізоляцію. Для зменшення тепловтрат пропонується використання мінераловатних утеплювачів або пінополіуретанових плит, які забезпечують високу ефективність при невеликій товщині шару.

Також розглядається можливість використання інтелектуальних систем керування мікрокліматом у приміщеннях, які тісно пов'язані з ефективністю огорожувальних конструкцій.

Таким чином, інноваційний фасад апартамент-готелю виступає не лише як захисна та декоративна оболонка будівлі, але й як важливий інструмент енергоефективності та формування туристичної привабливості об'єкта.

Ключові слова: апартамент-готель, фасадні системи, енергоефективність, інноваційні технології, туристична інфраструктура.

**ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО ВАРІАНТУ
УЛАШТУВАННЯ НУЛЬОВОГО ЦИКЛУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА
СПОРУД ПІД ГОТЕЛЬ З АПАРТАМЕНТАМИ, ВБУДОВАНИМИ
НЕЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ, ЗАКЛАДОМ ГРОМАДСЬКОГО
ХАРЧУВАННЯ, ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ТА КОТЕЛЬНЕЮ ЗА АДРЕСОЮ:
ВУЛ. В.ЄРОШЕНКА, 22 У М. ЛЬВІВ**

Самойленко М.Ю., керівник проф. Нетеса М. І.

Український державний університет науки і технологій

У сучасному проектуванні та реконструкції житлових і громадських будівель важливе місце посідає нульовий цикл, який формує основу для всіх подальших етапів будівництва. Особливо важливим аспектом у цьому етапі є ефективне використання підземного простору, який у сучасному багатоповерховому будівництві стає не лише допоміжним, а й функціонально повноцінним елементом будівлі. Підземні поверхи можуть виконувати кілька ключових функцій: розташування паркінгу на декілька рівнів дозволяє значно підвищити парко місця без збільшення забудованої площі, розміщення котелень та насосних забезпечує централізовану роботу інженерних систем, а облаштування складських приміщень та технічних кімнат підвищує ефективність обслуговування готелю та закладу громадського харчування. Крім того, підземні приміщення можуть використовуватися як укриття цивільного захисту, що особливо актуально в умовах сучасних нормативних вимог щодо безпеки населення та стійкості об'єктів до надзвичайних ситуацій.

З технічної точки зору, використання підземного простору надає низку переваг. По-перше, воно дозволяє оптимізувати площі земельної ділянки та зменшити щільність забудови на поверхні, зберігаючи при цьому комерційно привабливі площі житлових апартаментів та громадських зон. По-друге, підземні приміщення створюють додатковий захист інженерних мереж від зовнішніх факторів, таких як атмосферні опади, температурні коливання та механічні впливи, що підвищує надійність експлуатації систем. По-третє, стабільна температура та вологість у підземних приміщеннях забезпечують оптимальні умови для зберігання обладнання та продуктів, а також знижують експлуатаційні витрати на опалення та вентиляцію.

Для виконання нульового циклу існують різні технологічні підходи. Традиційний метод передбачає влаштування огорожувальної конструкції котловану, наприклад, шляхом влаштування стін у ґрунті або шпунтових конструкцій, з подальшою послідовною розробкою ґрунту класичним способом. Цей підхід дозволяє здійснювати поетапний контроль за стійкістю котловану, рівномірним розподілом навантажень на

огороджувальні конструкції та забезпечує безпеку робіт у разі складних ґрунтових умов. Його перевагою є відносна простота реалізації та надійність, проте він потребує більше часу на виконання та обсяги тимчасових підпірних конструкцій.

Альтернативним сучасним методом є технологія TOP-DOWN, яка дозволяє поєднати одночасне влаштування перекриттів підземних поверхів із зведенням огорожувальних конструкцій котловану. У цьому випадку будівельні роботи ведуться зверху вниз, що дає можливість прискорити процес будівництва, зменшити обсяги тимчасових підпірних конструкцій та мінімізувати негативний вплив відкритого котловану на навколишню міську інфраструктуру. Метод TOP-DOWN також забезпечує можливість паралельного ведення робіт на поверхні та в підземних рівнях, що суттєво підвищує ефективність використання будівельного майданчика та скорочує загальні строки реалізації проекту.

Рациональне використання підземного простору, грамотний вибір технології виконання робіт дозволяють створити об'єкт із високим рівнем комфорту для користувачів та оптимізованими експлуатаційними витратами.

Ключові слова: top-down, нульовий цикл, стіна в ґрунті, підземний простір.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО ВАРІАНТУ УЛАШТУВАННЯ ПОКРІВЛІ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПІД ГОТЕЛЬ З АПАРТАМЕНТАМИ, ВБУДОВАНИМИ НЕЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ, ЗАКЛАДОМ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ, ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ТА КОТЕЛЬНЕЮ ЗА АДРЕСОЮ: ВУЛ. В. ЄРОШЕНКА, 2 У М. ЛЬВІВ

Стружно Н.О., керівник доц. Нетеса А. М.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах будівництва та реконструкції важливим завданням є пошук інноваційних технологій, які дозволяють не лише забезпечити надійність та довговічність будівель, але й підвищити їх енергоефективність та функціональність. Особливе місце серед цих завдань займає вибір ефективної покрівельної системи, адже саме покрівля є одним із ключових елементів огорожувальних конструкцій, що визначає експлуатаційні характеристики об'єкта в цілому.

Традиційно при оцінці варіантів улаштування покрівлі враховувалися такі фактори, як термін служби, ремонтпридатність, теплозахист та стійкість до атмосферних впливів. Проте сучасна практика демонструє, що цих критеріїв уже недостатньо. З урахуванням зростаючих вимог до комфорту та багатофункціональності міського простору, все більшого поширення набувають рішення, що передбачають експлуатацію покрівель, як додаткового функціонального простору. Йдеться про влаштування на покрівлі зон відпочинку, зелених насаджень, дитячих та спортивних майданчиків, елементів благоустрою або навіть транспортної інфраструктури.

З огляду на це, перспективними вважаються інверсійні та зелені плоскі покрівлі, які не лише виконують гідро- та теплоізоляційні функції, але й забезпечують високий рівень енергоефективності. Завдяки рослинному шару відбувається природне охолодження будівлі влітку, а взимку – додаткове утеплення, що дозволяє суттєво знизити витрати на кондиціонування та опалення. Крім того, такі рішення позитивно впливають на екологічну ситуацію в умовах щільної забудови, сприяють формуванню сталого міського середовища.

Важливою проблемою для покрівельних систем залишається водовідведення. Використання внутрішніх систем водовідведення та прокладання комунікацій через покрівлю вимагає пошуку нових технологічних рішень, які б гарантували герметичність та простоту обслуговування. Не менш актуальною є захищеність

теплоізоляційних матеріалів від зволоження, адже навіть незначне накопичення вологи суттєво знижує теплотехнічні показники покрівлі. Це визначає потребу у використанні гідрофобних матеріалів та інноваційних систем багатошарової ізоляції.

У рамках дипломної роботи розглядається реконструкція будівлі за адресою: м. Львів, вул. В. Єрошенка, 22, яка трансформується під готель з апартаментами, вбудованими нежитловими приміщеннями, закладом громадського харчування, підземним паркінгом та котельнею. Вибір оптимальної покрівельної системи у цьому випадку є критичним, оскільки від неї залежить не лише архітектурна виразність і комфорт майбутніх користувачів, але й економічність експлуатації комплексу.

Відповідно, завдання дипломного проєкту полягає у проведенні порівняльного аналізу традиційних та інноваційних покрівельних систем з метою вибору найбільш доцільного рішення для реконструкції зазначеного об'єкта.

Ключові слова: покрівельні системи, енергоефективність, експлуатовані дахи інверсійна покрівля, реконструкція будівель.

Список літератури

1. Інверсійні покрівлі [Електронний ресурс] URL: <https://ukrdah.com.ua/service/inversijni-pokrivli>.
2. БУДІВЛІ І СПОРУДИ [Електронний ресурс] URL: https://eprints.kname.edu.ua/21354/1/Романенко_УчМО_2011-11-Л-печ.pdf.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ІННОВАЦІЙНОГО ВАРІАНТУ УЛАШТУВАННЯ ФАСАДУ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ПІД ГОТЕЛЬ З АПАРТАМЕНТАМИ, ВБУДОВАНИМИ НЕЖИТЛОВИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ, ЗАКЛАДОМ ГРОМАДСЬКОГО ХАРЧУВАННЯ, ПІДЗЕМНИМ ПАРКІНГОМ ТА КОТЕЛЬНЕЮ ЗА АДРЕСОЮ: ВУЛ. В. ЄРОШЕНКА, 22 У М. ЛЬВІВ

Шитікова Ю.І., керівник проф. Нетеса М.І.

Український державний університет науки і технологій

Сучасний розвиток будівельної галузі орієнтований на впровадження новітніх технологій, які дозволяють підвищувати енергоефективність та довговічність будівель, а також створювати привабливий архітектурний вигляд. Особливу увагу приділяють системам улаштування фасадів, адже саме вони виконують функцію зовнішнього захисту конструкцій від впливу кліматичних чинників і водночас формують естетику споруди. На сьогодні найбільш поширеними та конкурентними між собою є дві системи – «мокрый» фасад та вентильований фасад. Кожна з них має свої особливості, технологію виконання, переваги й обмеження.

«Мокрий» фасад належить до штукатурних систем утеплення і характеризується багатошаровою структурою. Основними його складовими є теплоізоляційний матеріал, закріплений на зовнішніх стінах, армувальний шар із сіткою та декоративно-захисне покриття у вигляді тонкошарової штукатурки. Таке рішення є технологічно відносно простим і поширеним завдяки невисокій вартості матеріалів та робіт. Система забезпечує належний рівень теплозахисту та дає можливість реалізовувати різноманітні варіанти декоративного оздоблення. Проте «мокрый» фасад потребує якісної підготовки основи та дотримання температурно-вологісного режиму під час виконання робіт. Тривалий вплив атмосферних опадів, цикли заморожування й відтавання можуть з часом погіршувати експлуатаційні властивості, тому система вимагає періодичного догляду та відновлення захисного шару.

Вентильований фасад є сучаснішою системою зовнішнього захисту будівлі, що складається з підсистеми кронштейнів і напрямних, теплоізоляційного шару та

облицювальних матеріалів, між якими передбачений повітряний зазор. Наявність вентиляційного простору забезпечує постійний рух повітря, що дозволяє виводити вологу та запобігає утворенню конденсату. Така система підвищує довговічність стінових конструкцій, створює сприятливий мікроклімат усередині будівлі та зменшує тепловтрати. Для оздоблення вентиляованого фасаду застосовують широкий спектр матеріалів – від композитних панелей та керамограніту до фіброцементних плит і натурального каменю. Це відкриває широкі можливості для архітектурних рішень і дозволяє надати будівлі індивідуального вигляду. Разом з тим монтаж вентиляованої системи потребує ретельного проектування та точності у виконанні, а початкові витрати є вищими, ніж у випадку з «мокрим» фасадом.

Обидві системи мають своє функціональне призначення і застосовуються в залежності від вимог до архітектурного вигляду, бюджету, умов експлуатації та кліматичних факторів. «Мокрий» фасад доцільно використовувати у випадках, коли необхідно реалізувати економічне рішення з достатнім рівнем теплоізоляції та декоративності. Вентилюваний фасад, своєю чергою, розглядається як інноваційне рішення, що дозволяє забезпечити довговічність, високий рівень захисту будівлі та різноманіття дизайнерських рішень.

Таким чином, вивчення особливостей обох фасадних систем дає можливість сформулювати уявлення про їхню будову, технологію виконання та експлуатаційні характеристики. Подальший вибір конкретного варіанту залежатиме від завдань проекту та пріоритетів замовника, а також економічної та технічної доцільності у конкретних умовах будівництва.

Ключові слова: фасадні системи, мокрий фасад, вентиляований фасад, реконструкція будівель, технологія монтажу.

НУЛЬОВИЙ ЦИКЛ У СКЛАДНИХ УМОВАХ: ПОРІВНЯННЯ ТЕХНОЛОГІЙ «ЗНИЗУ ВГОРУ» ТА «ЗВЕРХУ ВНИЗ»

Гапєєв С.М., керівник доц. Нетеса А.М.

Український державний університет науки і технологій

Проектування та виконання нульового циклу для багатоповерхових будівель у складних інженерно-геологічних умовах є одним із найбільш критичних етапів будівництва. Для територій із підвищеною сейсмічністю, високим рівнем ґрунтових вод та наявністю скельних порід, як у Карпатському регіоні, питання вибору технології набуває особливої актуальності. Традиційний підхід «знизу вгору» передбачає послідовне виконання земляних робіт, улаштування фундаментної плити та підземних поверхів із подальшим зведенням надземної частини. Натомість інноваційна технологія «зверху вниз» (top-down) ґрунтується на спорудженні підземних конструкцій у напрямку від перекриття першого поверху донизу з використанням стіни в ґрунті та розпірних функцій перекриттів [2].

У традиційній схемі головними перевагами є відносна простота організації робіт, зрозумілість технологічної послідовності та відпрацьованість нормативної бази. Проте у випадках високого рівня ґрунтових вод та обмежених умов міського середовища виникають значні проблеми з водопониженням і укріпленням котлованів. Складні сейсмічні умови вимагають додаткового армування та збільшення жорсткості підземних конструкцій. Крім того, розкритий котлован на тривалий час створює ризики зсувів, підтоплення й руйнування прилеглої ґрунтового масиву [1].

Технологія «зверху вниз» дає змогу мінімізувати обсяг відкритих земляних робіт. Спочатку влаштовується огорожувальна конструкція у вигляді стіни в ґрунті з буронабивних паль. Далі споруджується перекриття надземного рівня, яке одночасно

виконує функцію розпірки для огорожувальних конструкцій. По мірі виїмки ґрунту вниз поетапно улаштовуються наступні перекриття, що підвищує стійкість котловану та знижує ризики деформацій прилеглих споруд [3]. Вертикальні несучі конструкції улаштовуються теж з буро набивних паль-колон, додатково при розробці ґрунту можливе улаштування стін. Такий підхід особливо ефективний у районах із високим рівнем ґрунтових вод, оскільки стіна в ґрунті обмежує інфільтрацію води, а будівельний процес не потребує масового водопониження.

З економічної точки зору метод «зверху вниз» дозволяє скоротити календарні строки зведення, оскільки підземна та надземна частини будівлі можуть споруджуватися паралельно. Водночас витрати на спеціалізовану техніку, проектування стін у ґрунті та організацію складних монтажних робіт є вищими, ніж при традиційній схемі [4]. Це створює необхідність детального техніко-економічного обґрунтування на ранніх етапах проектування.

Щодо сейсмостійкості, обидві технології можуть забезпечити належний рівень безпеки за умови правильного розрахунку. Проте метод «зверху вниз» має перевагу в контролі деформацій ґрунтового масиву завдяки поетапному закріпленню огорожувальних конструкцій перекриттями. Це особливо важливо для гірських умов, де поєднуються тверді та тріщинуваті ґрунти й підземні водоносні горизонти [2].

Актуальність порівняння двох технологій полягає у пошуку оптимального рішення для забезпечення надійності та економічної доцільності будівництва в умовах Карпатського регіону. Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на розробку методик інтегрованого моделювання сейсмічних і гідрогеологічних впливів, а також на адаптацію сучасних інженерних технологій до специфічних умов українських гірських територій.

Список літератури:

1. Bilous, O., & Koval, R. (2021). Challenges of foundation construction in high groundwater conditions. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(8), 589–601. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.15047>
2. Jeong, S., & Kim, Y. (2020). Performance of top-down construction in urban excavation projects. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 103, 103497. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103497>
3. Khomenko, V., & Turchak, T. (2022). Application of diaphragm walls in complex hydrogeological conditions of Western Ukraine. *Construction Science and Technology*, 8(3), 64–72. <https://doi.org/10.2478/cst-2022-0036>
4. Shen, L., & Liu, H. (2023). Comparative analysis of bottom-up and top-down foundation construction methods. *Journal of Building Engineering*, 72, 106505. <https://doi.org/10.1016/j.job.2023.106505>

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Нєкрасов Н. О., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Будівельна техніка є основою сучасного будівництва та визначає продуктивність, якість і економічну ефективність будівельно-монтажних робіт. Зростання темпів урбанізації, розвиток транспортної та енергетичної інфраструктури, а також підвищені екологічні вимоги зумовлюють необхідність постійного вдосконалення машин і механізмів. Від рівня технічного оснащення підприємства безпосередньо залежать швидкість зведення об'єктів, безпека праці та конкурентоспроможність на ринку.

Сучасний парк будівельної техніки охоплює широкий спектр машин, які за функціональним призначенням поділяють на такі основні групи:

- землерийні машини (наприклад, екскаватори *Caterpillar 320D*, *JCB JS220*; бульдозери *Komatsu D65EX*; грейдери *Volvo G930*);
- вантажопідйомні машини та механізми (наприклад, автокрани *Liebherr LTM 1100-5.2*, баштові крани *Potain MCT 205*);
- транспортна техніка (наприклад, самоскиди *Volvo FMX*; бетоновози *MAN TGS 32.400*);
- дорожньо-будівельні машини (Наприклад, асфальтоукладачі *Vögele SUPER 1800-3*; катки *HAMM HD+ 120i*);
- окремо виділяють спеціалізовані машини, наприклад, такі як бурові установки *Bauer BG 28*, тунельні комплекси *Herrenknecht S-880*.

Кожен тип техніки має своє функціональне призначення та впливає на загальну ефективність будівельного процесу. Наприклад, екскаватори та бульдозери забезпечують швидке розроблення ґрунту, крани виконують монтаж великогабаритних елементів, а транспортні засоби здійснюють безперебійну доставку матеріалів на будівельний майданчик.

Однією з провідних тенденцій розвитку є перехід до електричних і гібридних приводів. Такі виробники, як *Volvo Construction Equipment*, *Caterpillar*, *JCB* та *Hitachi Construction Machinery*, активно впроваджують моделі з нульовими або мінімальними викидами CO₂. Наприклад, електроекскаватор *Volvo EC230 Electric* і міні-навантажувач *JCB 525-60E* мають знижений рівень шуму, не створюють вихлопних газів і потребують менших витрат на обслуговування. У перспективі планується впровадження важких акумуляторних самоскидів (*Caterpillar R1700 XE*) та баштових кранів з енергозберігаючими системами живлення.

В той же час будівельна техніка стає дедалі «розумнішою» завдяки цифровізації. Інтелектуальні системи керування, GPS-навігація, телематика та дистанційний моніторинг дозволяють відстежувати стан машин у реальному часі. Такі системи, як *Cat VisionLink*, *Komtrax* (Komatsu), *Volvo Co-Pilot* забезпечують аналіз продуктивності, прогнозування технічного обслуговування та запобігання поломкам. Автоматизоване керування рухом, системи 3D-моделювання та лазерного позиціонування значно підвищують точність виконання робіт і зменшують витрати пального та матеріалів.

У найближчі роки очікується подальше розширення використання автономної та роботизованої техніки, зокрема безпілотних самоскидів (*Komatsu Autonomous Haulage System*) і роботизованих маніпуляторів для монтажних робіт.

Серед перспективних напрямів розвитку техніки, яка застосовується в будівництві можливо виділити: електрифікацію та зниження шкідливих викидів; цифровізацію та автоматизацію управління; підвищення енергоефективності й безпеки експлуатації. Такі рішення сприятимуть підвищенню безпеки, зниженню людського фактору та підвищенню загальної ефективності будівельного виробництва.

УЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ТИПУ УФС У СУЧАСНИХ УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ В УКРАЇНІ

Тросюк Р.В., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні умови воєнного стану в Україні вимагають використання уніфікованих фортифікаційних споруд, здатних забезпечити швидке зведення та надійний захист особового складу і техніки. До таких об'єктів належить залізобетонна споруда УФС-З (Уніфікована фортифікаційна споруда № 3), що є збірною конструкцією заводського виготовлення. Її застосування дозволяє створювати командно-спостережні пункти, вогневі позиції та укриття, стійкі до артилерійських та авіаційних ударів.

Державні будівельні норми України (зокрема ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції») регламентують основні вимоги до виготовлення та експлуатації таких конструкцій.

Норми ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» визначають необхідність створення укриттів, здатних забезпечити безпеку особового складу протягом визначеного часу в умовах бойових дій. Положеннями цих норм передбачено, що захисні споруди та споруди подвійного призначення проєктуються та будуються таким чином, щоб протягом певного часу (до 48 годин) створити належні умови для перебування людей, що підлягають укриттю, та забезпечити їх захист шляхом виключення або зменшення прогнозованих впливів небезпечних чинників, які можуть виникнути як складова частина небезпечних явищ надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів. Ступінь захисту характеризується захисними властивостями захисних споруд, що для небезпечних чинників застосування зброї масового та загального ураження передбачають послаблення радіаційного впливу та захисту від впливу прогнозованого вибуху шляхом забезпечення механічного опору та стійкості конструкцій від ураження уламками та дії рівномірно-розподілених навантажень: для зброї масового ураження - надмірний тиск вибухової хвилі, що положеннями норм приводяться до квазістатичного (еквівалентного) рівномірно-розподіленого тиску від 100 кПа до 500 кПа (залежно від класу або групи захисної споруди або споруди подвійного призначення); для засобів звичайного ураження (засоби повітряного ураження, що включають ракети різних типів та баражуючі боєприпаси, боєприпаси реактивних систем залпового вогню та артилерійських снарядів) - надмірний тиск вибухової хвилі, що положеннями цих норм приводяться до квазістатичного (еквівалентного) рівномірно-розподіленого навантаження 100 кПа.

Стратегічне значення УФС-3 полягає у: швидкому зведенні оборонних споруд завдяки збірній конструкції; можливості масового виробництва та транспортування; відповідності вимогам щодо захисних властивостей та міцності; інтеграції в систему інженерного забезпечення військ.

УФС-3 являє собою збірну залізобетонну конструкцію військового/оборонного призначення, яка служить для побудови укриття, вогневих позицій, командних пунктів та інших фортифікаційних елементів, здатних захищати від артилерійських, авіаційних й інших загроз.

Назва «Уніфікована фортифікаційна споруда» (УФС) означає, що споруда є частиною системи уніфікованих фортифікаційних елементів, тобто розроблених за типовими стандартами, щоб бути універсальною, модульною, швидко збиратись і використовуватись. Проте у відкритих тендерних документах і закупівлях УФС-3 згадується як вже існуюча конструкція, “комплект” готової до постачання споруди, що вказує на те, що зразок УФС-3 вже розроблено, стандартизовано й виробляється.

Таким чином, уніфіковані фортифікаційні споруди забезпечують **захист** військовослужбовців і обладнання в бойових умовах, зокрема від артилерії, авіаційних ударів, оскільки споруди є залізобетонною конструкцією і мають бути достатньо міцними.

Модульність і уніфікованість дозволяють **масове виробництво** та **швидке розгортання**, що важливо в умовах активних бойових дій.

ВИРОБНИЦТВО БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ ІНДУСТРІАЛЬНИМИ МЕТОДАМИ

Боднар Є. О., керівник доц. Нікіфорова Н. А.

Український державний університет науки і технологій

Сухі будівельні суміші займають важливе місце у сучасному будівництві. Вони поєднують у собі простоту використання, економічність та високу якість, що робить їх незамінними при виконанні широкого спектра будівельно-ремонтних робіт.

Основними перевагами таких матеріалів є зручність у приготуванні, стабільність складу та гарантована якість. Вони дозволяють суттєво скоротити час виконання робіт, підвищити продуктивність праці та знизити витрати матеріалів.

Завдяки різноманітності асортименту, сухі будівельні суміші можуть використовуватись для різних завдань: від мурування й штукатурення до гідроізоляції, облицювання та декоративних покриттів. Це забезпечує універсальність їх застосування у будівельній практиці.

Важливою перевагою сучасних сумішей є їх екологічність та безпека. Використання якісної сировини та спеціальних добавок знижує негативний вплив на довкілля, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку.

Класифікацію та загальні технічні вимоги до сумішей, розчинових сумішей і розчинів на їх основі, правила приймання та контролювання показників якості, транспортування та зберігання встановлює стандарт ДСТУ Б В.2.7-126:2011 «Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови». Цей нормативний документ поширюється на суміші, які виробляють на основі в'язучих, модифікуючих добавок, заповнювачів (наповнювачів) крупністю до 5 мм та, за потреби, барвників (пігментів) і застосовують під час будівництва, ремонту, реконструкції будинків і споруд промислового та цивільного призначення.

За умовами застосування суміші поділяють на класи: 1 - для зовнішніх та внутрішніх робіт у вологих приміщеннях (відносна вологість понад 60 %); 2 - для внутрішніх робіт у сухих приміщеннях (відносна вологість до 60 %). За основною в'язучою речовиною суміші поділяють на види: цементні (Ц); гіпсові (Г); вапняні (В); полімерні (П); складні (одночасне використання різних видів в'язучих або спеціально розроблених в'язучих композицій). Суміші повинні відповідати вимогам діючого стандарту і виготовляться за технологічними регламентами та рецептурами, що затверджені виробником в установленому порядку.

При проектуванні будівель і споруд різного призначення, розробленні технологічної документації на виконання мурувальних, ремонтних, облицювальних, штукатурних, гідроізоляційних та реставраційних робіт, а також робіт з улаштування підлоги та робіт з теплової ізоляції зовнішніх огорожувальних конструкцій будівель і споруд застосовують норми ДСТУ-Н Б В.2.6-212:2016 «Настанова з виконання робіт із застосуванням сухих будівельних сумішей».

Вимоги до сумішей проникної дії, що підвищують водонепроникність бетонів та стійкість до впливу техногенних або інших агресивних середовищ у разі експлуатації бетонних та залізобетонних конструкцій із шириною розкриття тріщин до 0,5 мм та сумішей проникної дії, які застосовують під час реконструкції та ремонту будівель і споруд, регламентує ДСТУ 9267:2023 «Суміші будівельні сухі спеціальні проникної дії. Технічні умови».

Технологія виготовлення сухих будівельних сумішей розглянута на прикладі Компанії АСТУ. Завдяки сучасним технологіям, контролю якості та впровадженню інновацій завод забезпечує ринок продукцією, яка відповідає міжнародним стандартам. Виробництво сухих будівельних сумішей відбувається в умовах партнерської співпраці

з компанією «Агробудсервіс» на території кар'єру Південно-Тростянецького родовища у Львівській області. Технологічно сировина (цемент та мінеральний порошок) з силосів та бегорозвантажувачів, згідно технологічній карті продукту, дозується у ваговий дозатор, звідки потрапляє у змішувач. Хімічні добавки дозується у ваговий дозатор, звідки потрапляють до змішувача. Після цього відбувається перемішування їх до досягнення повної однорідності продукту. Весь процес повністю автоматизований та потребує мінімальної участі персоналу.

Таким чином, виробництво сухих будівельних сумішей є важливою складовою розвитку будівельної галузі України. Воно сприяє підвищенню якості будівництва, впровадженню екологічних технологій та зміцненню конкурентоспроможності підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.

ІНДУСТРІАЛЬНІ МЕТОДИ ВИГОТОВЛЕННЯ БЕТОННИХ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ВИРОБІВ І КОНСТРУКЦІЙ

Гавриш К.М., керівник доц. Нікіфорова Н. А.

Український державний університет науки і технологій

Бетон - це штучний композитний каменеподібний матеріал, що утворюється внаслідок затвердіння ретельно перемішаної відповідної суміші мінерального чи органічного в'язучого, заповнювачів і води. Бетони, як правило, добре чинять опір стискувальним навантаженням, проте, мають низьку міцність при розтягу, яка відповідно становить 5...10 % міцності на стиск.

Бетони підрозділяють на: легкі, важкі, особливо важкі, високоміцні, гідротехнічні, декоративні, дорожні, жаростійкі, кислотостійкі, та інші.

При поєднанні бетону і сталевих арматур у такому композиційному матеріалі як залізобетон вдається підвищити будівельні властивості як бетону, так і сталевих арматур. Сталь має дуже високу міцність при розтягу (240...1700 МПа), тому в залізобетоні її розміщують так, щоб вона сприймала розтягуювальні зусилля, а стискувальні передавалися на бетон. Можливість спільної роботи сталевих арматур та бетону зумовлюється міцним зчепленням між ними й майже однаковими коефіцієнтами лінійного розширення при зміні температури. В свою чергу бетон захищає сталь від корозійної дії навколишнього середовища. Найдоцільніше використовувати залізобетон для будівельних виробів і конструкцій, що зазнають напружень на стиск та вигин.

Збірні бетонні та залізобетонні вироби й конструкції виготовляють на механізованих та автоматизованих підприємствах. Перевага збірного бетону та залізобетону порівняно з монолітним - підвищення якості конструкцій, скорочення термінів будівництва. Крім того, зменшуються витрати лісоматеріалів. Основним напрямом розвитку збірного залізобетону є укрупнення конструктивних елементів, зниження матеріало- та металоємності, підвищення ступеня заводської готовності.

За призначенням у будівлях та спорудах розрізняють збірні елементи фундаментів та каркасу, покриття та перекриття, стіни та перегородки, блоки опалювальних та вентиляційних систем.

Конструкції одного призначення розрізняють за типорозмірами. Конструкції одного типорозміру поділяють на марки, залежно від різниці в армуванні, наявності монтажних отворів, розміщенні закладних деталей.

За внутрішньою будовою вироби можуть бути суцільними і порожнистими, одношаровими - виготовленими з одного виду бетону, та багатошаровими, якщо використано бетони різних видів.

За масою конструкції поділяють на наддрібні (до 50 кг), дрібні (250...1500 кг),

середні (1500...3000 кг), грубі (3000...5000 кг) надгрубі (понад 5000 кг). Найбільша маса надгрубих виробів, як правило, не перебільшує 25 т.

За характером армування збірні конструкції поділяють на бетонні неармовані, залізобетонні зі звичайною арматурою і попередньо напружені.

Підприємства з виробництва збірних бетонних і залізобетонних виробів класифікуються за об'ємом виробництва, номенклатурою продукції, методами організації виробництва.

Серед технологій виготовлення домінують кілька ефективних методів. Найбільш поширеним є метод вологого лиття. Він передбачає заливкуукладання вологої бетонної суміші у форми з обов'язковим віброущільненням для видалення повітря та забезпечення максимальної щільності виробу. Цей метод універсальний і застосовується для більшості типів елементів, а для прискорення набору міцності використовується тепловолога обробка (пропарювання).

Для масового та високоякісного випуску однотипних виробів використовують потокові методи. Конвеєрний спосіб є високо механізованим: форми з виробами ритмічно рухаються від одного робочого поста до іншого, де послідовно виконуються всі виробничі операції. Це забезпечує максимальну швидкість і консистентність якості. Для виготовлення плоских елементів, таких як стінові панелі, ефективно застосовують касетний спосіб, де вироби формуються у вертикальних багаторядних формах-касетах, що дозволяє значно економити виробничі площі.

Сучасні залізобетонні вироби дозволили перейти від монолітного будівництва на об'єкті до індустріалізації будівельних процесів. Сьогодні вони є основою для швидкого зведення житлових масивів та великопролітних промислових об'єктів. Залізобетонні вироби, зокрема уніфіковані панелі та блоки, спрощують проектування, стандартизують монтажні роботи та забезпечують високу технологічність будівництва. Таким чином, вони залишаються не просто будівельним матеріалом, а стратегічним елементом, що визначає швидкість, якість, безпеку та економічну ефективність усього будівельного комплексу.

СУЧАСНІ ВИДИ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ: ПРИЗНАЧЕННЯ, ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ІНДЕКСАЦІЯ, ЗАГАЛЬНА БУДОВА, ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ

Данілов К. М., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Землерийно-транспортні машини (ЗТМ) широко застосовуються при виконанні земляних робіт. Вони розробляють і переміщують ґрунт у процесі переміщення самої машини.

Земляні роботи включають підготовку майданчиків, копання траншей і котлованів, переміщення ґрунту, ущільнення, профілювання поверхні та роботи в кар'єрах і на будівництві доріг. Сучасна техніка робить ці операції швидшими, точнішими й безпечнішими. Нижче — детальний опис основних типів машин, їхнього призначення, сильних сторін і ключових інновацій.

Екскаватори - найуніверсальніші машини для копання й завантаження ґрунту. Вони бувають на гусеницях і на колесах; існують також компактні моделі для ландшафтних робіт та великі кар'єрні машини. Основні завдання: копання котлованів і траншей, вибирання ґрунту, демонтаж будівель, робота з буровими насадками та грейферами. Переваги: 360° обертання стріли, можливість швидкої зміни навісного обладнання (бур, молот, грейфер), точне гідравлічне керування.

Бульдозер - машина для розробки та переміщення ґрунту і розрівнювання

поверхні. Основні завдання: планування рельєфу, створення насипів і відвалів ґрунту, очищення майданчиків. Особливості: потужні двигуни, широкий відвал (різні типи: прямий, універсальний), хороша прохідність на гусеницях. Застосовуються для підготовки будівельних майданчиків, в дорожньому будівництві, роботі в складних ґрунтах.

Фронтальні навантажувачі швидко й ефективно переміщують сипучі матеріали. Основні завдання: завантаження самоскидів, перевезення щебеню, піску, ґрунту; роботи на кар'єрі. Переваги: висока швидкість роботи, маневреність, великі об'єми ковша. Варіанти: колісні — для твердих поверхонь; гусеничні — для м'якого або нерівного рельєфу.

Комбінована машина з екскаваторною стрілою та фронтальним ковшем. Основні завдання: одночасне копання й навантаження - ідеальна для обмежених майданчиків чи малого будівництва. Переваги: універсальність, економія - одна машина замінює дві.

Грейдери використовуються для точного профілювання й вирівнювання. Основні завдання: фінальне вирівнювання доріг та майданчиків, формування дорожніх профілів. Переваги: довга центральна рама з регульованим ножем; сучасні моделі часто мають GPS-контроль висоти та кута нахилу.

Після засипання, наприклад, пазах котловану необхідне якісне ущільнення, яке виконується катками та трамбівками. Основні завдання: ущільнення ґрунту, щебеню, асфальту. Типи: гладкі вальці, комбіновані, пневмоколісні; сучасні - з вібрацією або осциляцією. Переваги: контроль якості ущільнення, режимні налаштування для різних матеріалів.

Траншеєкопачі: роторні або ланцюгові машини для швидкого прокладання траншей під кабелі, труби.

Скрепери: зрізання шару ґрунту й транспортування на відстань. Землесоси: роботи по розчищенню дна водойм і днопоглиблення. Бортувальники, мульчери, бурові установки — для специфічних завдань (ландшафт, підготовка під фундамент, буріння паль).

Сучасні тенденції та інновації. Автоматизація та GPS/телематичні системи - машини з автопілотом, контроль точного профілю і відхилення в реальному часі, збереження робочих параметрів і звітність. Екологічність - нові двигуни з меншими викидами, гібридні й електричні моделі (зарядка батарей для компактної техніки). Багатофункціональні навісні пристрої - швидка заміна насадок робить техніку універсальнішою. Системи безпеки й ергономіки - камери, датчики наближення, покращені кабіни для оператора. Дистанційне керування та телеметрія - контроль стану машини, діагностика й профілактичне обслуговування.

Висновок. Сучасна землерийна техніка - це набір високотехнологічних, мобільних і багатофункціональних рішень, які значно підвищують продуктивність і безпеку робіт. Правильний вибір машини залежить від конкретних задач, умов ділянки та бюджету. Інвестиції в автоматизацію, телеметрію та якісне обслуговування окуповуються за рахунок швидшого й точнішого виконання робіт, менших простоїв і довшого ресурсу техніки.

ГЕОДЕЗІЯ ТА ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ: СУЧАСНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Губський А. В., керівник доц. Нікіфорова Н. А.

Український державний університет науки і технологій

Геодезія є фундаментом інженерного будівництва та управління територіями, а перехід до цифрової епохи докорінно змінює підходи до вимірювань, обробки та

використання просторових даних. Стрімкий розвиток технологій GNSS, безпілотних літальних апаратів, лазерного сканування (LiDAR), фотограмметрії та інформаційного моделювання будівель (BIM) створює нові можливості для високоточного моделювання об'єктів, оптимізації будівельних процесів і ефективного управління інфраструктурою. Цифровізація геодезичної галузі особливо актуальна для України в умовах відновлення територій та необхідності раціонального використання ресурсів.

Традиційні методи геодезичних робіт – тахеометрія, нівелювання, теодолітні ходи – поступово інтегруються з новими інструментами. Серед сучасних напрямів особливу увагу набувають глобальні навігаційні супутникові системи, що забезпечують швидке визначення координат із сантиметровою точністю, та безпілотні літальні апарати, здатні за лічені години створювати ортофотоплани та тривимірні моделі великих територій. Не менш важливе місце посідає лазерне сканування, яке дає змогу виконувати детальне моделювання будівель і споруд із міліметровою точністю, а також технології BIM і геоінформаційних систем, що забезпечують зберігання, обмін і аналітику просторових даних на всіх етапах життєвого циклу об'єкта. Дослідження останніх років доводять, що впровадження цих цифрових рішень скорочує час топографічної зйомки на 40–60 відсотків, зменшує обсяг польових робіт і підвищує безпеку персоналу.

Метою даного дослідження є аналіз сучасних цифрових технологій у геодезії та оцінка їх впливу на точність і ефективність будівельних та інфраструктурних проєктів. Для досягнення цієї мети необхідно визначити переваги GNSS, дронів, LiDAR і BIM для інженерно-геодезичних робіт, оцінити економічну доцільність переходу на цифрові методи у великих інфраструктурних проєктах та розробити рекомендації щодо інтеграції цифрових даних у процес будівництва і подальшої експлуатації споруд.

Методика дослідження включала порівняльний аналіз класичних і цифрових методів зйомки за критеріями часу, вартості та точності, проведення польових експериментів з використанням GNSS-приймачів, дронів та наземних лазерних сканерів на будівельних майданчиках, а також обробку отриманих даних у середовищах ArcGIS та Revit для створення цифрових двійників об'єктів. Додатково було виконано економічні розрахунки витрат на обладнання, програмне забезпечення та підготовку персоналу.

Результати дослідження підтвердили суттєві переваги цифрових технологій. Лазерне сканування забезпечує деталізацію до одного–трьох міліметрів, що значно перевищує точність традиційної тахеометрії. Зйомка території площею п'ятдесят гектарів із використанням дронів триває лише дві–три години, тоді як класичними методами потребує до трьох днів. Інтеграція геоданих у BIM-моделі дає змогу в реальному часі відстежувати будівельні процеси, прогнозувати деформації та оперативно управляти витратами. Крім того, дистанційні методи підвищують безпеку, адже дозволяють проводити вимірювання у важкодоступних або небезпечних зонах, таких як кар'єри чи зони руйнувань.

Практичне впровадження отриманих висновків передбачає розробку та затвердження державних стандартів для цифрових геодезичних даних і їх сумісності з BIM-платформами, створення регіональних навчальних центрів для підготовки фахівців з експлуатації дронів і LiDAR-систем, а також активне використання цифрових двійників для моніторингу стану мостів, дамб, висотних будівель та інших об'єктів підвищеної небезпеки. Доцільним є впровадження протоколів автоматичного оновлення геоінформаційних баз на основі супутникових та дронових спостережень, що забезпечить актуальність картографічних матеріалів і підвищить ефективність управління територіями.

Отже, інтеграція цифрових технологій у геодезію відкриває новий рівень

точності, швидкості та аналітики просторових даних. Такий підхід не лише підвищує ефективність будівельних процесів, а й сприяє сталому розвитку інфраструктури країни. Подальший прогрес галузі залежить від державної підтримки, стандартизації процесів та системної підготовки висококваліфікованих фахівців.

Список літератури:

1. ISO 19115:2014 Geographic information – Metadata.
2. Trimble Geospatial Solutions. Technical White Papers, 2023.
3. Наказ Міністерства України № 289 від 15.07.2022 «Про впровадження BIM-технологій у будівництві».
4. LiDAR for Engineering and Construction. Leica Geosystems Report, 2022.

ВИКОРИСТАННЯ БПЛА В ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ - НОВІ ГОРИЗОНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ

Губський М. В., керівник доц. Нікіфорова Н. А.

Український державний університет науки і технологій

Цивільне будівництво являє собою галузь інженерії, яка займається проектуванням та будівництвом середовища, в якому живуть люди. Інженери-будівельники працюють над великими будівельними проектами, такими як будівлі та споруди різного роду призначення, дороги, мости, системи метро, дамби та мережі водопостачання. Основною метою проектування та будівництва є забезпечення якості будівельної продукції, а отже й гарантія безпеки та довговічності функціонування споруд. Для цього фахівці-проектувальники повинні враховувати велику кількість факторів, таких як клімат, рельєф місцевості, геологію та гідрогеологію. Однією з головних задач інженерів-будівельників є проектування робіт. Для цього вони використовують різні комп'ютерні програми та математичні засоби обробки інформації.

Не теперішній час будівництво переживає технологічну трансформацію, і одним із найдинамічніших напрямів є впровадження безпілотних літальних апаратів (БПЛА). Ці системи, які ще донедавна асоціювалися переважно з військовою сферою, сьогодні активно змінюють підходи до проектування, контролю та управління будівельними процесами.

Основними напрямками застосування БПЛА в будівництві є:

- аерозйомка та картографія, які надають можливість створення точних 2D та 3D моделей місцевості, визначати рельєф, межі ділянок, наявні об'єкти, що дозволяє швидко та точно оцінити придатність території для забудови, отримати вихідні дані для складання будівельного генерального плану;
- моніторинг будівельних робіт з метою виявлення відхилень від графіка або проекту;
- візуальний контроль виконання будівельно-монтажних робіт без потреби фізичної присутності;
- обстеження стану важкодоступних конструкцій - перевірка дахів, фасадів, мостів, веж, виявлення тріщин, корозії, пошкоджень при зменшенні ризиків для працівників;
- логістика та управління ресурсами - оцінка розміщення техніки та матеріалів, оптимізація маршрутів доставки, контроль за безпекою на будівельному майданчику.

Використання БПЛА в будівництві сприяє швидкості збору даних у реальному часі, точності вимірювань та візуалізацій, безпеці - мінімізація людського фактора.

Використання БПЛА в цивільному будівництві розглянуто на прикладі будівництва житлового комплексу в Києві при створенні цифрової моделі ділянки забудови, щотижневого моніторингу будівельних процесів, виявленні порушень

охорони праці та безпеки виконання робіт, підготовки звітів для інвесторів.

Наряду з перевагами використання БІІА в будівництві, існують питання для вирішення - правове регулювання, погодні умови, потреба в кваліфікованих операторах. Однак, з розвитком технологій та нормативної бази очікується широке впровадження БІІА в будівельну галузь.

Таким чином, БІІА - це не просто інструмент, а стратегічний ресурс для сучасного будівництва.

ВПЛИВ ВІМ ТЕХНОЛОГІЙ ТА 3D-СКАНУВАННЯ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ПРОЕКТУВАННЯ ТА БУДІВНИЦТВА

Таранов Б. Р., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні умови розвитку індустрії країни та виклики, пов'язані з повоєнною відбудовою вимагають швидкості, точності та якості будівельних робіт. впровадження інноваційних технологій, зокрема ВІМ та 3D-сканування.

Одним із найбільш ефективних нововведень останніх десятиліть стало впровадження ВІМ (Building Information Modeling) – інформаційного моделювання будівель. Ця концепція кардинально змінила спосіб, у який можливо створювати, обмінюватися та керувати інформацією про будівлі.

ВІМ-технології в Україні знайшли застосування в діяльності окремих організацій. Дані технології визначаються двовимірним проектуванням, зберіганням та передачею інформації в паперовому або в електронному форматі.

Проведено аналіз літературних джерел щодо застосування інноваційних 3D технологій в будівельній галузі. Автори Товбич В., Попович, Є. у статті «Засоби та методи 3D сканування для створення фантомних моделей архітектурних об'єктів» наводять базові принципи та методи отримання фізичних даних щодо окремого об'єкту за допомогою 3D сканування, фотограмметрії, тепловізійної зйомки. Також приведений приклад використання обладнання від розробника Leica, а саме прилади наземного лазерного сканування Leica RTC 360 та BLK 360. Обробка даних можлива за допомогою спеціалізованих програмних засобів з подальшим виведення даних для використання в ВІМ/ CAD програмах.

Автор Ломоносова О. в статті «Значення ВІМ технологій у сучасному будівництві» описує ВІМ як не просто технологію, а цілісний процес, який охоплює весь життєвий цикл будівлі, від концептуальної розробки до знесення. Розглядає можливість створення цифрової 3D-моделі, яка містить детальну інформацію про всі елементи конструкції, включаючи геометричні дані, матеріали, характеристики та специфікації.

Кабінет Міністрів України розпорядженням від 17 лютого 2021 року № 152-р затвердив «Концепцію впровадження технологій будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) в Україні», яка передбачає поетапний перехід до проектування з обов'язковим використанням ВІМ-технологій об'єктів державного фінансування. Метою Концепції є визначення механізмів впровадження ВІМ-технологій у будівництві як інструменту для подальшого реформування, модернізації та цифрової трансформації будівельної галузі України. План заходів з реалізації концепції передбачає в IV кварталі 2025 року реалізацію пілотних проектів будівництва з використанням будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) із запровадженням обов'язкової реалізації з використанням будівельного інформаційного моделювання (ВІМ-технологій) не менше ніж 10 відсотків проектів будівництва, що

фінансуються за рахунок видатків державного бюджету на капітальне будівництво.

Таким чином, очікуваними результатами впровадження BIM-технологій в будівельну галузь України є: зниження витрат і збільшення ефективності процесу будівництва шляхом підвищення рівня автоматизації проектних і будівельних робіт, оперативного коригування вартісних показників будівництва та забезпечення ефективного моніторингу ходу будівництва.

АСПЕКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЦИФРОВІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В РОЗВИТКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

Климко С. С., керівник доц. Нікіфорова Н. А.

Український державний університет науки і технологій

У сучасних умовах розвитку будівельної галузі важливим фактором забезпечення конкурентоспроможності та ефективності є впровадження новітніх технологій, зокрема автоматизації та цифровізації.

Індустрія будівництва, з її масштабними та часто складними процесами, потребує постійного вдосконалення методів управління і організації робіт. Будівельна техніка, яка є основним інструментом у виконанні більшості робіт, є важливим елементом у досягненні високої продуктивності та безпеки. З огляду на ці переваги, автоматизація та цифровізація використання будівельної техніки стали важливими етапами розвитку будівельної галузі, що сприяють оптимізації процесів, скороченню витрат і покращенню якості виконуваних робіт.

Проаналізовані основні аспекти автоматизації та цифровізації, які застосовуються у використанні будівельної техніки, а також визначення їх впливу на зниження витрат, підвищення точності та забезпечення безпеки у будівництві.

Використання передових технологій, таких як автоматизовані системи управління будівельною технікою, сенсорні та GPS-системи, а також інтеграція цифрових платформ для моніторингу та аналізу даних, дозволяють не лише оптимізувати ресурси та зменшити витрати на обслуговування, але й значно знижують ризики виникнення аварійних ситуацій, забезпечуючи більш високий контроль за якістю виконання робіт. Впровадження таких технологій є необхідною умовою для розвитку будівельної галузі, яка прагне до підвищення своєї конкурентоспроможності та ефективності в умовах швидких змін на ринку та глобальних викликів, таких як екологічні вимоги і оптимізація використання ресурсів.

Автоматизація дозволяє мінімізувати людський фактор, зменшити витрати на ремонт і обслуговування техніки, оптимізувати витрати палива і ресурсів.

Цифровізація будівельної техніки сприяє більш точному виконанню робіт завдяки впровадженню GPS-навігації, сенсорних систем та автоматичних коригуючих механізмів.

Інтеграція безпекових технологій (автоматичне виявлення несправностей, контроль за параметрами роботи техніки) дозволяє знижувати ризик аварій і нещасних випадків на будівельних майданчиках.

Розвиток технологій автоматизації та цифрових платформ у будівельній галузі відкриває нові можливості для оптимізації всіх етапів будівельного процесу, що є важливим для забезпечення стійкого розвитку та конкурентоспроможності будівельних компаній.

У результаті проведеного дослідження було доведено, що автоматизація та цифровізація будівельної техніки мають значний вплив на покращення ефективності будівельних процесів. Завдяки використанню сучасних технологій, таких як автоматизовані системи управління, GPS-навігація та інтелектуальні сенсори, стало

можливим значне зниження витрат на ресурси, зменшення часу виконання робіт і підвищення точності їх виконання.

УЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНИХ СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ В УКРАЇНІ

Пашинський М. О., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Умови сучасної війни та воєнного стану в Україні вимагають інтеграції підземних укриттів в систему проєктування й будівництва громадських, адміністративних та житлових об'єктів. Це пов'язане із зростанням ризиків для цивільної інфраструктури - застосування високоточної зброї і БпЛА робить поверхневі тимчасові укриття вразливими; необхідністю безперервного життєзабезпечення та критичних функцій - підземні приміщення дозволяють зберегти роботу лікарень, комунікацій, управлінських центрів у періоди загрози; відповідністю стандартам безпеки і цивільного захисту.

Розпорядженням від 04.03.2025р. № 183-р Кабінет міністрів України схвалив Стратегію розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 року та затвердив операційний план заходів з її реалізації в 2025-2027 роках. Метою Стратегії стало формування захищеного середовища для цивільного населення шляхом створення мережі об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту для захисту життя і мінімізації втрат серед цивільного населення в разі застосування ворогом сучасних засобів ураження, що створює умови для забезпечення подальшого економічного та соціального розвитку держави.

Визначені стратегічні цілі щодо створення захищеного середовища для цивільного населення: забезпечення укриття всіх категорій населення в об'єктах фонду захисних споруд цивільного захисту відповідно до вимог законодавства; освоєння власного виробництва комплектуючих (обладнання) для захисних споруд цивільного захисту і споруд подвійного призначення, а також виготовлення первинних (мобільних) укриттів; оптимізація структури і повноважень органів державної влади, органів місцевого самоврядування, юридичних осіб і фізичних осіб - підприємців під час створення об'єктів фонду захисних споруд цивільного захисту, а також застосування ефективних інструментів для реалізації державної політики з розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту. Важливою складовою вирішення питання будівництва захисних споруд є поєднання зусиль і ресурсів міжнародної спільноти, держави, місцевого самоврядування та бізнесу для розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту.

Нормативно-правовими актами, що регулюють діяльність у сфері створення та утримання фонду захисних споруд цивільного захисту, є: Кодекс цивільного захисту України; Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»; Закон України «Про будівельні норми»; Закон України «Про архітектурну діяльність»; Закон України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності».

Захисні споруди залежно від умов, що в них створюються, та захисних властивостей поділяються на: сховища та протирадіаційні укриття.

Норми ДБН В.2.2-5:2023 «Захисні споруди цивільного захисту» встановлюють основні положення щодо проєктування захисних споруд цивільного захисту (захисні споруди) та споруд подвійного призначення, призначених для укриття населення - захисні споруди та споруди подвійного призначення (СПП) повинні проєктуватися та будуватися таким чином, щоб протягом певного часу (до 48 годин) створити належні умови для перебування людей, що підлягають укриттю, та забезпечити їх захист

шляхом виключення або зменшення прогнозованих впливів небезпечних чинників, які можуть виникнути як складова частина небезпечних явищ надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів. Нормами передбачено що захисні споруди подвійного призначення повинні мати захисні властивості сховищ або протирадіаційних укриттів.

При проєктуванні захисних споруд необхідно користуватися нормативними актами України, нормами ДБН В.2.2-5:2023 та положеннями будівельних норм, що встановлюють вимоги до будівель або споруд з визначеною функцією (житлова, виробнича, суспільно-громадська тощо), що є основою для них.

СУЧАСНА БУДІВЕЛЬНА ТЕХНІКА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ

Тележинський О.А., керівник доц. Нікіфорова Н.А.

Український державний університет науки і технологій

Будівельна галузь є однією з найбільш ресурсомістких сфер економіки, де важливе значення має ефективність організації процесів. Використання сучасної будівельної техніки дозволяє суттєво підвищити продуктивність праці, зменшити витрати часу на виконання окремих операцій та оптимізувати робочі процеси. Технічний прогрес сприяв появі високопродуктивних машин і механізмів, які виконують складні технологічні завдання з мінімальними затратами людських ресурсів. Крім того, застосування новітньої техніки підвищує точність та якість виконання робіт, що на пряму впливає на довговічність споруд та економічну ефективність будівництва. Рациональне використання машин і механізмів стає визначальним фактором у скороченні термінів введення об'єктів в експлуатацію та забезпеченні конкурентоспроможності будівельних компаній.

Будівництво є однією з провідних галузей економіки, від розвитку якої залежить рівень інфраструктури та добробут суспільства. У сучасних умовах зростають вимоги до швидкості, якості та безпеки будівельних процесів, що зумовлює необхідність використання сучасної будівельної техніки. Машини та механізми дозволяють значно знизити трудомісткість робіт, скоротити терміни їх виконання та забезпечити високу точність операцій.

Історично будівельні роботи виконувались переважно вручну, що потребувало значних витрат часу та фізичних зусиль. З появою перших механізмів – підйомних кранів, екскаваторів, бетонозмішувачів – галузь зробила величезний крок уперед. Сьогодні будівельна техніка класифікується за різними ознаками: земляні машини (екскаватори, бульдозери, скрепери); вантажопідйомні механізми (крани, підйомники); техніка для бетонних робіт (бетонозмішувачі, бетононасоси); транспортні засоби (самоскиди, автокрани, спеціалізовані машини). Будівельна техніка використовується практично на всіх етапах будівництва – від підготовки майданчика до оздоблювальних робіт. Механізація процесів будівництва дозволила зменшити витрати людської праці у кілька разів. Наприклад, земляні роботи, які вручну займали тижні, сучасний екскаватор може виконати за кілька годин. Використання високопродуктивних машин дає можливість: скоротити терміни введення об'єктів в експлуатацію; знизити собівартість будівництва; забезпечити точність і якість виконання операцій; зменшити кількість аварійних ситуацій. Таким чином, техніка стала не лише інструментом для полегшення праці, але й фактором підвищення економічної ефективності.

Підводячи підсумки матеріалу, який аналізувався, можна сказати, що сучасна будівельна техніка є ключовим фактором підвищення продуктивності праці у будівництві. Її використання забезпечує скорочення термінів виконання робіт,

покращення якості будівельних процесів та економію ресурсів. Автоматизація та цифровізація відкривають нові можливості для галузі, роблячи будівництво більш безпечним, ефективним та екологічним. Разом з тим, високі витрати та потреба у кваліфікованих кадрах залишаються актуальними проблемами. Перспективи розвитку пов'язані з подальшою роботизацією, застосуванням «розумних» систем і екологічно чистих технологій.

ВПЛИВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ КРАЇНИ

Ревякін М.О., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

У контексті цифрової трансформації економіки все більшої актуальності набуває питання збереження та адаптації трудових ресурсів. Виклики, пов'язані з упровадженням штучного інтелекту (ШІ), змінюють традиційні підходи до зайнятості та вимагають переосмислення ролі людини в умовах автоматизації.

Одним із ключових аспектів дослідження є вивчення потенційних наслідків широкого застосування штучного інтелекту, зокрема в частині витіснення працівників із певних професій. Йдеться не лише про рутинну фізичну працю, а й про низку інтелектуальних функцій, які дедалі частіше виконуються автоматизованими системами. Це явище вже сьогодні змінює ринок праці, спричиняючи скорочення одних робочих місць і поява нових — переважно технологічного характеру.

Особливу увагу приділено тим сферам, які найінтенсивніше реагують на розвиток ШІ. До таких належать транспорт і логістика (завдяки автономним транспортним засобам), обробна промисловість (автоматизовані виробничі лінії), фінансовий сектор (алгоритмічний аналіз, клієнтські сервіси), роздрібна торгівля (касові системи самообслуговування), а також служби технічної підтримки, де чат-боти і мовні моделі все частіше замінюють живих операторів. Частково під загрозою опиняються і гуманітарні професії — зокрема, базова викладацька діяльність або медична діагностика, де ШІ може швидше аналізувати великі обсяги даних.

Водночас слід акцентувати увагу, що не всі функції можливо автоматизувати, і є професії, де людська присутність залишається критично важливою. Ідеться про сфери, що потребують творчості, критичного мислення, креативності, емоційного інтелекту, здатності до адаптації та моральної оцінки ситуацій. До таких належать педагогіка, психологія, соціальна робота, управління персоналом тощо. Саме в цих напрямках людина виступає не як механічний виконавець, а як етичний, комунікативний і стратегічний агент.

На сьогодні залишаються відкритими ключові питання, що стосуються подальшої трансформації ринку праці. Переважно йдеться про трансформацію змісту праці — рутинні завдання автоматизуються, а натомість зростає потреба у фахівцях з новими навичками. Чи готові сучасні працівники, а головне — освітня система, до викликів, які ставлять перед ними технології, адже підготовка недостатня — працівники часто не мають цифрових компетентностей, а система освіти лише частково адаптована до нових реалій. І не найменш головне, якими мають бути політики держави та роботодавців, щоб забезпечити баланс між технологічною ефективністю та соціальною безпекою, для цього необхідно час та неосяжні інвестиції в перенавчання, адаптивні освітні програми та захист працівників у період змін, з акцентом на розвиток людського капіталу поряд із впровадженням технологій.

Таким чином, розвиток штучного інтелекту не стільки загрожує працевлаштуванню, скільки докорінно змінює характер самої праці. Основний виклик

полягає не в автоматизації, а в швидкій адаптації людини до нових умов. На сьогоднішній день ані працівники, ані освітня система не є повністю готовими до таких змін. Це створює ризик зростання професійної нерелевантності, втрати конкурентоспроможності й соціальної нестабільності.

Тому людству вкрай необхідно у найкоротші терміни зосередитися на розвитку практичних, базових і цифрових навичок, а також на формуванні гнучких компетентностей, здатності до постійного навчання й адаптації. Це дозволить не тільки зберегти своє місце в умовах нової економіки, а й стати повноцінним партнером у взаємодії з технологіями, а не їхнім конкурентом. Цінність людської праці не зникає, а змінюється. Штучний інтелект не має повністю витіснити людину, а навпаки — доповнювати її, беручи на себе механічні функції та звільняючи простір для реалізації творчих, управлінських і морально значущих завдань.

ЗЕЛЕНА ВІДБУДОВА УКРАЇНИ – ЗНИЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ В БУДІВНИЦТВІ

Матощенко В.С., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Після масштабних руйнувань, завданих війною, перед Україною у перспективі постане безпрецедентна задача – відбудувати країну. Проте сучасні виклики вимагають, щоб ця відбудова не повторювала старих підходів, а базувалася на принципах стійкого розвитку. Саме тому концепція «ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ» стає основою для формування нової архітектури українських міст і сіл, де важливу роль відіграє зниження вуглецевого сліду в будівництві.

Будівельна галузь є одним із головних джерел викидів вуглецю у світі - до 40 % глобальних CO₂ пов'язано з виробництвом цементу, сталі, транспортуванням матеріалів та експлуатацією будівель. В Україні, де планується відбудувати сотні тисяч квадратних метрів житла, доріг і соціальної інфраструктури, питання декарбонізації будівництва набуває стратегічного значення.

Одним із перших напрямів «ЗЕЛЕНОЇ ВІДБУДОВИ» стало використання екологічних матеріалів. Українські виробники поступово переходять на низьковуглецеві цементи. Наприклад, компанія *CRH Україна* запровадила цемент із пониженим вмістом клінкеру, що зменшує викиди CO₂ на 20-30 %. На базі цього матеріалу вже виготовляють бетон для інфраструктурних проєктів у Київській та Львівській областях.

Ще одним важливим прикладом є використання перероблених будівельних відходів. У Києві працюють мобільні станції з дроблення уламків зруйнованих будинків, де бетон і цегла повторно використовуються як заповнювачі для нового будівництва. Такий підхід не лише знижує вуглецевий слід, а й скорочує кількість відходів на полігонах. Подібні практики вже впроваджуються у Харкові, Чернігові та Миколаєві за підтримки міжнародних партнерів, зокрема ПРООН і GIZ.

Важливу роль у декарбонізації відіграє енергоефективність нових будівель. У рамках проєкту *RePower Ukraine* реалізуються «розумні будинки», де застосовуються теплоізоляційні матеріали нового покоління, енергоощадні вікна та системи вентиляції з рекуперацією тепла. Наприклад, у Львівській області відбудовують школу, яка повністю відповідає стандартам nZEB (будівля з майже нульовим енергоспоживанням) - вона споживає на 60 % менше енергії, ніж звичайна.

Також активно впроваджуються відновлювані джерела енергії в архітектурних проєктах. У Житомирі та Долині зведено муніципальні об'єкти, де дахові сонячні панелі забезпечують більшу частину потреб у електроенергії. У Києві та Вінниці

розглядають можливість використання теплових насосів у нових житлових кварталах, що дозволяє знизити споживання газу й, відповідно, скоротити викиди парникових газів.

Не менш важливим напрямом є використання «зелених стандартів» у проектуванні. Україна адаптує міжнародні сертифікаційні системи, такі як *BREEAM* і *LEED*. У 2023 році перший український офісний центр у Львові отримав сертифікацію *BREEAM In-Use*, що підтверджує його відповідність європейським екологічним вимогам. Зараз ці стандарти розглядаються як обов'язковий елемент при відбудові соціальної інфраструктури - лікарень, шкіл і муніципальних будівель.

Ключову роль у цьому процесі відіграють також міжнародні партнери. Європейський Союз, Світовий банк і Програма ООН з навколишнього середовища активно підтримують Україну у впровадженні принципів «Build Back Better and Greener». Наприклад, у межах ініціативи *EU4Environment* розробляються стандарти сталого будівництва, що дозволять оцінювати вуглецевий слід кожного об'єкта ще на етапі проектування.

Сьогодні важливо розуміти, що зелена відбудова України - це не просто питання архітектурного стилю чи технологій, а нова філософія розвитку, орієнтована на майбутнє. Вона поєднує екологічну відповідальність, економічну доцільність і соціальну користь. Зниження вуглецевого сліду в будівництві допоможе не лише відновити країну після руйнувань, а й зробити її сучасною, безпечною та енергоефективною. Україна має всі передумови, щоб стати прикладом для Європи у створенні стійких, «зелених» міст, які відроджуються не заради минулого, а для життя майбутніх поколінь.

МІЖНАРОДНА І ЄВРОПЕЙСЬКА СИСТЕМА ЗАКОНОДАВСТВА З ПИТАНЬ СТАЛОГО РОЗВИТКУ, ЕКОЛОГІЗАЦІЇ І ЗНИЖЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ В БУДІВНИЦТВІ

Ткачов В.П., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Проблема зміни клімату та деградації навколишнього середовища стала одним із головних викликів ХХІ століття. Будівельна галузь, на яку припадає близько 40 % глобальних викидів парникових газів, є ключовим напрямом у політиці сталого розвитку. У зв'язку з цим формування міжнародної та європейської системи законодавства, спрямованої на екологізацію будівництва та зниження вуглецевого сліду, стало пріоритетом світової правової політики.

Концепція сталого розвитку закріплена у Порядку денному ООН до 2030 року (Agenda 2030), який містить 17 Цілей сталого розвитку (ЦСР). Безпосередньо до будівельного сектору відносяться ЦСР №9 («Інновації та інфраструктура»), №11 («Сталий розвиток міст і громад») та №13 («Боротьба зі зміною клімату»).

Ключовим міжнародним документом у сфері кліматичної політики є Паризька кліматична угода (2015 р.), ратифікована більш ніж 190 країнами, у тому числі Україною. Вона визначає глобальну мету - утримати підвищення середньої температури на рівні не більше 1,5–2 °С, зокрема через зменшення викидів у промисловості та будівництві.

Крім того, Організація Об'єднаних Націй з промислового розвитку (UNIDO) та Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) розробили ініціативу *Green Industry Initiative*, що сприяє впровадженню екологічно чистих технологій у виробництво будівельних матеріалів та модернізацію промислових підприємств.

Європейський Союз сформував комплексну систему законодавства у сфері

кліматичної нейтральності та сталого розвитку. Основою є Європейський зелений курс (European Green Deal), прийнятий у 2019 році. Його головна мета - досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. У цьому документі визначено стратегічний напрям декарбонізації будівельного сектору через енергоефективність, модернізацію фонду споруд і перехід на відновлювані джерела енергії.

Важливим нормативним актом є Директива 2010/31/ЄС «Про енергетичну ефективність будівель», оновлена у 2023 році в межах пакету *Fit for 55*. Вона передбачає, що всі нові будівлі після 2030 року мають бути з нульовими викидами вуглецю (Zero Emission Buildings), а реконструкція існуючих споруд повинна забезпечувати зниження споживання енергії щонайменше на 55 %.

Інші важливі акти:

- Регламент (ЄС) 2020/852 - *Таксономія сталих інвестицій*, що визначає критерії екологічності будівельних проєктів;
- Регламент про екодизайн будівельних матеріалів (2022 р.), який обмежує використання матеріалів із високим вуглецевим слідом;
- Стратегія ЄС з довговічних будівель (Renovation Wave Initiative), що спрямована на оновлення щонайменше 35 млн будівель до 2030 року.

Значну роль у практичному впровадженні цих положень відіграють стандарти сертифікації *BREEAM*, *LEED*, *DGNB*, які оцінюють екологічні характеристики будівель на основі критеріїв енергоефективності, утилізації матеріалів, водозбереження та вуглецевого балансу.

Україна поступово гармонізує своє законодавство зі стандартами ЄС у межах імплементації Угоди про асоціацію Україна–ЄС. У 2023 році ухвалено Національну стратегію зі зниження викидів парникових газів до 2030 року та розроблено Концепцію зеленої відбудови України, що передбачає впровадження принципів енергоефективного та низьковуглецевого будівництва.

Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України працює над адаптацією положень Директиви 2010/31/ЄС у національні будівельні норми (ДБН). Також триває створення системи оцінювання екологічних будівель за стандартами *BREEAM UA* та *LEED UA*, що стане важливим кроком до інтеграції в європейський простір сталого будівництва.

Міжнародна та європейська система законодавства з питань сталого розвитку та екологізації будівництва формує комплексну нормативну базу для переходу до низьковуглецевої економіки. Її реалізація сприяє зменшенню енергоспоживання, впровадженню інноваційних технологій і підвищенню екологічної безпеки. Для України інтеграція у цю систему означає не лише виконання міжнародних зобов'язань, а й можливість створити сучасну, енергоефективну та кліматично нейтральну будівельну галузь, що відповідатиме європейським принципам сталого розвитку.

СУЧАСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОБЕТОНІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ПРОМИСЛОВOSTІ

Кравченко В.С., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Сучасна будівельна галузь перебуває на етапі активної трансформації, зумовленої глобальними екологічними викликами, забрудненням довкілля та надмірного споживання ресурсів і потребою у зниженні вуглецевого сліду виробництва. Одним із ключових напрямів цієї трансформації є впровадження екологічно чистих будівельних матеріалів, зокрема екобетонів. Екобетон - це

інноваційний різновид бетону, який поєднує високу міцність і довговічність із мінімальним негативним впливом на навколишнє середовище.

Екобетони виготовляються з частковою або повною заміною традиційного портландцементу вторинними продуктами - доменним шлаком, летючою золою, рисовою лушпайкою, мікрокремнеземом чи навіть переробленим склом, подрібненим бетоном чи пластиком, що сприяє формуванню замкненого циклу будівельних ресурсів. Це дозволяє знизити викиди CO₂ на 30–50 % у порівнянні зі звичайним бетоном. Наприклад, компанія *LafargeHolcim* розробила серію ECOPEX, де до 70 % традиційного цементу замінено вторинними мінеральними компонентами. Такі бетони вже застосовуються під час будівництва хмарочосів у Швейцарії та Франції.

У практичному будівництві екобетони демонструють широкий спектр застосування. Вони використовуються при зведенні житлових і громадських споруд, облаштуванні дорожнього покриття, виготовленні тротуарної плитки, фасадних елементів та навіть у гідротехнічному будівництві. Особливої популярності такі матеріали набувають у країнах Європейського Союзу, де діють суворі екологічні стандарти. Україна також поступово інтегрує ці технології - у великих містах уже з'являються пілотні проекти з використанням бетонів із вторинною сировиною.

Київський національний університет будівництва і архітектури спільно з місцевими підприємствами випробовує бетон на основі доменного шлаку та золи ТЕС, який використовується для виготовлення тротуарної плитки та бордюрів. У Львові тестують «дихаючий бетон» з додаванням переробленого скла, що підвищує теплоізоляційні властивості житлових будинків. А на Харківщині приватні забудовники вже впроваджують технологію геополімерних бетонів, виготовлених без використання портландцементу.

Ще один приклад - водонепроникний екобетон, який застосовується для облаштування пішохідних зон і парковок. У Японії такі покриття дають змогу зменшити підтоплення вулиць під час сильних дощів. Подібні експериментальні ділянки з'являються й в Україні - зокрема, в Одесі та Ірпені, де екобетон допомагає покращити водовідведення й одночасно зберігає міську зелену зону.

Окрім екологічних переваг, екобетони мають і практичні: вони довговічніші, менш схильні до корозії та не втрачають міцності при замерзанні. Наприклад, у Данії побудовано міст із самовідновлювального бетону, який «затягує» мікротріщини завдяки бактеріальним добавкам. Подібні технології розглядаються й українськими науковцями для відновлення мостів на Дніпрі.

Екобетони не лише зменшують шкідливі викиди, а й підвищують енергоефективність будівель. Завдяки пористій структурі або використанню спеціальних домішок, матеріал має кращі теплоізоляційні властивості, що сприяє зниженню енергоспоживання під час експлуатації споруди. Додатковою перевагою є висока паропроникність і здатність до самовідновлення мікротріщин, що подовжує термін служби конструкцій.

У підсумку, екобетони стають ключовим елементом концепції «зеленого будівництва». Їх використання не лише знижує негативний вплив промисловості на довкілля, а й підвищує якість і довговічність споруд. Перехід на екологічно чисті матеріали - це не данина моді, а необхідність, яка визначатиме майбутнє будівельної індустрії України та світу. У майбутньому очікується, що використання екобетонів стане стандартом будівельної практики, забезпечуючи гармонійне поєднання технологічного прогресу та турботи про довкілля.

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ВИРОБНИЧО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Осадча О.Р., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні глобальні виклики - кліматичні зміни, виснаження природних ресурсів, соціальна нерівність - змушують переглядати традиційні моделі економічного зростання. У цьому контексті особливого значення набуває концепція сталого розвитку виробничо-економічних систем, яка передбачає гармонійне поєднання економічної ефективності, соціальної справедливості та екологічної відповідальності. Для України ця концепція є стратегічним орієнтиром у формуванні конкурентоспроможної економіки, інтегрованої у європейський простір сталого розвитку.

Виробничо-економічна система - це сукупність підприємств, технологій, ресурсів і трудових відносин, що забезпечують створення матеріальних благ і послуг. Її сталий розвиток означає здатність забезпечувати економічне зростання без порушення екологічного балансу та соціальної стабільності. Основні принципи сталого розвитку включають:

- Рациональне використання ресурсів і впровадження циркулярної економіки;
- Енергозбереження та декарбонізацію виробництва;
- Соціальну відповідальність бізнесу;
- Інноваційність та цифровізацію процесів;
- Державне регулювання, орієнтоване на довгострокову ефективність.

Ці принципи формують основу для модернізації економічних систем відповідно до глобальних цілей сталого розвитку (ЦСР) ООН.

Ключовим напрямом є підвищення ресурсної ефективності через модернізацію виробничих процесів і впровадження екологічних інновацій. Наприклад, українські металургійні підприємства, такі як *ArcelorMittal Кривий Ріг*, реалізують програми скорочення викидів CO₂ шляхом заміни коксових технологій на електродугові печі. Це дозволяє знизити викиди на 25–30 % і підвищити енергоефективність.

У харчовій та агропромисловій галузях впроваджується біоенергетика - використання відходів сільського господарства для виробництва тепла й електроенергії. Такі підприємства, як «Миронівський хлібопродукт» (Київська область), уже реалізують біогазові комплекси, що перетворюють органічні відходи на енергію, зменшуючи залежність від викопного палива.

Сталий розвиток виробничих систем передбачає не лише економічну ефективність, а й людиноцентричний підхід. Це означає забезпечення гідних умов праці, підвищення рівня освіти персоналу, соціальний захист і залучення громад до процесів управління. Компанії, які дотримуються стандартів *ESG (Environmental, Social, Governance)*, демонструють вищу стабільність і довіру з боку інвесторів.

У цьому контексті важливою стає державна політика стимулювання корпоративної відповідальності. В Україні запроваджуються податкові пільги для підприємств, що інвестують у зелені технології, а також розвиваються механізми «зеленого фінансування» через банки розвитку та екологічні фонди.

Екологічна ефективність є базовою умовою сталого розвитку. Перехід до замкнених виробничих циклів, мінімізація відходів і зменшення забруднення є ключовими факторами конкурентоспроможності сучасних підприємств. Прикладом є впровадження екопромислових парків у Вінницькій та Івано-Франківській областях, де відходи одного підприємства слугують сировиною для іншого. Такий підхід створює синергію між економічним зростанням і екологічною безпекою.

Україна має потенціал для формування національної моделі сталого розвитку виробничо-економічних систем. Основними завданнями є:

- інтеграція принципів ЦСР у державну економічну політику;
- стимулювання зелених інновацій і цифровізації виробництва;
- підвищення інвестиційної привабливості підприємств, що впроваджують екологічні стандарти;
- розбудова системи моніторингу вуглецевих викидів.

Реалізація цих кроків дозволить українській економіці перейти від екстенсивної моделі розвитку до інноваційної, сталовекторної.

Сталий розвиток виробничо-економічних систем є ключовим чинником формування конкурентоспроможної, енергоефективної та екологічно безпечної економіки України. Поєднання інновацій, соціальної відповідальності та раціонального природокористування створює основу для довготривалого зростання, орієнтованого на потреби майбутніх поколінь. У сучасних умовах сталий розвиток - не лише стратегія, а й необхідність для забезпечення економічної та екологічної безпеки держави.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СУЧАСНИХ БАГАТОПОВЕРХІВОК: КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД І ВИКЛИКИ В УКРАЇНІ

Міщенко В.В., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Енергоефективність у житловому секторі є одним із ключових чинників сталого розвитку держави. На будівлі припадає понад 35 % загального енергоспоживання в Україні, а близько 80 % житлового фонду не відповідає сучасним стандартам теплової ізоляції. У контексті післявоєнної відбудови питання підвищення енергоефективності багатоповерхових будинків набуває стратегічного значення - воно визначає не лише економію енергії, а й енергетичну безпеку країни.

Енергоефективність означає оптимальне використання енергоресурсів при забезпеченні необхідних умов комфорту в будівлі. Для багатоповерхових житлових комплексів це передбачає зменшення тепловтрат, раціональне використання електроенергії, використання відновлюваних джерел енергії та автоматизацію систем управління.

За даними Державного агентства з енергоефективності, в Україні потенціал економії енергії у житловому секторі перевищує 50 %. Реалізація цього потенціалу може забезпечити скорочення споживання природного газу на 6–8 млрд м³ щороку.

Сучасна концепція енергоефективного будівництва базується на цілісному підході, який охоплює проектування, будівництво та експлуатацію будівель. Основні напрями включають:

✓ *Теплоізоляцію огорожувальних конструкцій.* Використання енергоощадних матеріалів (мінеральна вата, пінополіуретан, сендвіч-панелі) дозволяє зменшити тепловтрати стін і покрівлі до 40 %.

✓ *Енергоефективні вікна та двері.* Встановлення багатокамерних профілів з низькоемісійним склом забезпечує додаткове зниження тепловтрат на 10–15 %.

✓ *Системи вентиляції з рекуперацією тепла.* Такі системи повертають до 80 % теплової енергії повітря, що видаляється, зменшуючи навантаження на опалення.

✓ *Інтелектуальні системи управління будівлею (BMS).* Вони контролюють споживання енергії, освітлення та мікроклімат, забезпечуючи оптимальні режими роботи.

✓ *Інтеграцію відновлюваних джерел енергії.* Сонячні панелі, теплові насоси та системи акумуляції енергії дозволяють частково або повністю забезпечити автономність будинку.

Європейський Союз запровадив обов'язкові вимоги до будівель - з 2021 року всі

нові споруди мають відповідати стандарту *nZEB (Nearly Zero Energy Building)*, тобто споживати мінімальну кількість енергії та покривати її з відновлюваних джерел.

В Україні аналогічний підхід реалізується поступово. Прийнято оновлені Державні будівельні норми (ДБН В.2.6-31:2021), які встановлюють вимоги до енергетичної ефективності та класів енергоощадності. З 2023 року в Україні діє Система енергетичної сертифікації будівель, що дозволяє оцінювати рівень енергоспоживання та визначати потенціал його зниження.

Прикладом реалізації є житлові комплекси в Києві та Львові, сертифіковані за стандартами *BREEAM* і *LEED*. У таких будинках впроваджені системи «розумного дому», енергоощадне освітлення, теплові насоси, а також рекупераційні установки у вентиляційних шахтах.

Попри прогрес, існує низка проблем, які стримують розвиток енергоефективного житла:

- ✓ висока вартість енергоефективних технологій та низький рівень доступності кредитування для населення;
- ✓ застарілий житловий фонд, який потребує комплексної термомодернізації, а не лише заміни вікон;
- ✓ недостатня кваліфікація фахівців, що призводить до неякісного виконання енергORENOBACIЙ;
- ✓ низька обізнаність населення щодо економічних переваг енергоощадних заходів.

Вирішення цих проблем потребує поєднання державної підтримки, муніципальних програм і залучення приватних інвестицій, зокрема через механізми «зеленого фінансування».

Енергоефективність багатоповерхових будинків - це не лише технічне, а й соціально-економічне завдання. Вона визначає рівень енергетичної незалежності України, якість життя громадян і відповідність європейським екологічним стандартам. Комплексний підхід, що поєднує інноваційні технології, нормативну базу та фінансові стимули, є ключем до створення стійкої житлової інфраструктури. Розвиток енергоефективного будівництва має стати одним із пріоритетів державної політики - адже кожна енергоощадна будівля є кроком до енергетично безпечної та кліматично нейтральної України.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ ОПЕРАЦІЙ ПРИ МОНТАЖІ КАРКАСУ БУДІВЛІ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОСТІ ЧАСОВИХ РЕСУРСІВ

Кисіль А.О., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Монтаж каркасу будівлі є одним із найвідповідальніших етапів будівельного процесу, оскільки від його точності, швидкості та технологічної послідовності залежить подальше виконання всіх робіт. В умовах сучасного будівництва, особливо під час реалізації проєктів відновлення в Україні, основним викликом стає дефіцит часу. Це потребує оптимізації трудових ресурсів, механізації та раціонального планування трудомісткості операцій.

Трудомісткість монтажних процесів визначає не лише продуктивність, а й економічну ефективність будівництва, тому її формування має базуватися на інженерно-технологічному аналізі, врахуванні конструктивних особливостей об'єкта та організаційних умов.

Трудомісткість монтажу каркасу - це кількість трудових витрат (людино-годин), необхідних для виконання певного обсягу робіт з урахуванням технологічних,

організаційних та просторових факторів.

На неї впливають такі основні чинники:

1. Тип конструкцій - металеві, залізобетонні або збірно-монолітні елементи мають різну складність монтажу.
2. Рівень механізації - використання кранів, підйомників і автоматизованих систем подачі елементів значно зменшує витрати праці.
3. Кваліфікація персоналу - від досвіду монтажників залежить точність і швидкість виконання операцій.
4. Організація робочого місця та логістика постачання конструкцій - несвоєчасна доставка елементів або неузгодженість між бригадами підвищує втрати часу.
5. Часові обмеження - при прискорених графіках робіт зростає потреба у змінній роботі, чіткому ритмі та попередньому моделюванні процесів.

Оптимізація трудомісткості монтажу каркасу здійснюється шляхом нормування операцій та технологічного моделювання. Основні етапи цього процесу:

- Аналіз конструктивної схеми будівлі. Визначаються обсяги робіт, маса елементів і доступність монтажних зон.
- Поділ процесу на елементарні операції: установка колон, ригелів, балок, зварювання або болтове з'єднання, вирівнювання.
- Визначення нормативів часу (згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» та Методичні рекомендації з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботи) з урахуванням типу конструкцій та засобів механізації.
- Моделювання варіантів виконання робіт для вибору оптимальної послідовності та завантаження персоналу.
- Введення коефіцієнтів прискорення при роботі у дві або три зміни, з урахуванням безпеки та ергономіки праці.

В умовах обмеженого часу рекомендується застосовувати потокову схему монтажу, коли кілька бригад виконують різні етапи паралельно - наприклад, одна монтує колони, інша одразу після неї встановлює ригелі та балки.

Сьогодні питаннями оптимізації трудомісткості займаються усі передові будівельні компанії, застосовуючи свій досвід і таким чином вирішуючи питання підвищення ефективності будівельного процесу. Так, наприклад, під час монтажу металевих каркасів адміністративної будівлі у Києві (2023 р.) компанія “ПБК-Інвест” застосувала BIM-модель для поетапного планування монтажу 420 т металокаркасних конструкцій. Оптимізація логістики та паралельне виконання робіт дозволили зменшити трудомісткість на 18% і скоротити термін будівництва на два тижні. У межах програми “Велике Відновлення” у 2024 р. під час спорудження модульних шкіл у Чернігівській області використовувалась технологія збірно-монолітного каркасу. Завдяки застосуванню монтажних платформ і попереднього складання вузлів на землі вдалося скоротити витрати праці на 22% у порівнянні з традиційними методами. На промисловому об'єкті в Запоріжжі монтаж залізобетонного каркасу проводився у дві зміни з використанням двох кранів одночасно. Застосування системи “динамічного графіка робіт” (програмне забезпечення MS Project) дозволило синхронізувати роботу бригад і уникнути простоїв техніки, знизивши фактичну трудомісткість на 15%.

В умовах часових обмежень ключовим завданням є балансування між швидкістю і безпекою. Практика показує, що надмірне скорочення норм часу без технологічного обґрунтування призводить до помилок, зростання травматизму і дефектів у з'єднаннях.

Тому ефективне управління трудомісткістю передбачає:

- підвищення кваліфікації монтажників;
- запровадження системи оперативного контролю за виконанням графіка;
- автоматизацію обліку трудових витрат;
- використання попереднього тренінгу з монтажу складних вузлів у віртуальному середовищі (VR-тренажери).

Висновки. Формування трудомісткості монтажних операцій у будівництві потребує комплексного підходу, що поєднує технологічне планування, організацію праці та цифрові інструменти управління.

В умовах обмеженого часу найвищу ефективність забезпечують:

- потокові методи монтажу,
- паралельне виконання операцій,
- високий рівень механізації та цифрового контролю.

Практичний досвід українських будівельних підприємств доводить, що грамотне планування трудомісткості дозволяє скорочувати терміни будівництва на 15–25%, зберігаючи при цьому якість і безпечність процесів. Раціональне управління трудовими ресурсами стає не лише технічним завданням, а й елементом індустріальної культури відновлення України, що відповідає сучасним стандартам ефективності та сталого розвитку.

ОСОБЛИВОСТІ ОРГАНІЗАЦІЇ ПОТОКОВОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА В УМОВАХ ІНДУСТРІАЛІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Зарожевська А.А., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Індустріалізація будівельного виробництва - це стратегічний напрям розвитку сучасної економіки, який передбачає впровадження новітніх технологій, стандартизацію процесів і використання промислових методів у зведенні будівель та споруд. Однією з ключових організаційних форм цього процесу є поточковий метод виробництва, який забезпечує ритмічність, безперервність і високу ефективність виконання будівельно-монтажних робіт.

У контексті відбудови України та переходу до високотехнологічних методів будівництва питання оптимізації поточкових процесів набуває особливої актуальності.

Поточковий метод виробництва ґрунтується на послідовному і безперервному виконанні робіт на окремих об'єктах або ділянках за єдиним технологічним циклом. Його мета - забезпечити рівномірне завантаження ресурсів, скоротити терміни будівництва та підвищити якість робіт.

Основними ознаками поточкового методу є:

- поділ будівельного процесу на повторювані комплекси робіт;
- спеціалізація бригад і техніки на виконанні конкретних операцій;
- чітке планування часу та ритму переходу бригад між об'єктами;
- узгодженість логістики постачань матеріалів і конструкцій.

У результаті утворюється будівельний потік, який рухається по об'єктах подібно до промислової конвеєрної лінії, але з урахуванням специфіки будівельних умов.

Сучасна індустріалізація будівництва спирається на принципи модульності, збірності та цифровізації. Це змінює характер поточкового виробництва, наближаючи його до промислового типу.

Ключові особливості організації поточкового методу в сучасних умовах:

1. Використання заводського виготовлення конструкцій - панелей, модулів, каркасів, які постачаються на майданчик у готовому вигляді.

2. Високий рівень механізації та автоматизації процесів, включно з роботизованими системами подачі матеріалів.

3. Інформаційне моделювання будівель (BIM-технології), що дозволяє узгоджувати графіки робіт, ресурсів і транспортування у режимі реального часу.

4. Стандартизація технологічних операцій, що спрощує контроль якості та скорочує термін монтажу.

Наприклад, компанії “Kovalska Industrial-Construction Group” та “Будівельна компанія Intergal-Bud” активно впроваджують елементи потокового виробництва через модульне виготовлення залізобетонних конструкцій, що дає змогу зменшити терміни будівництва житлових комплексів на 20–25%.

У державному секторі прикладом може бути реалізація проєкту “Велике будівництво”, де при спорудженні доріг і мостів використовується потоковий підхід: роботи розділяються на етапи (земляні, асфальтобетонні, оздоблювальні), що виконуються різними підрядними групами з узгодженим ритмом.

Організація потокового виробництва передбачає кілька ключових етапів:

- Розподіл процесу будівництва на захватки (ділянки або поверхи), що дозволяє вести паралельні роботи.
- Складання потокового графіка, де визначається послідовність і ритм переходу бригад.
- Балансування навантаження між підрозділами для уникнення простоїв.
- Контроль за виконанням графіка та коригування у разі затримок або змін у постачанні.

Сучасні цифрові інструменти - наприклад, програми MS Project, Primavera, а також BIM 360, - забезпечують автоматизацію планування потоків і прогнозування термінів з урахуванням погодних або логістичних факторів.

Переваги потокового методу очевидні:

- скорочення термінів будівництва на 15–30%;
- раціональне використання трудових і технічних ресурсів;
- підвищення якості завдяки повторюваності операцій;
- зниження собівартості робіт.

Однак існують і проблеми: недостатня координація між субпідрядниками, брак кваліфікованих кадрів для роботи з індустріальними технологіями, обмежена цифровізація управлінських процесів.

В умовах післявоєнної відбудови України важливим завданням є створення єдиних стандартів потокової організації робіт і підготовка персоналу, здатного працювати у швидких, технологічно складних проєктах.

Потоковий метод виробництва є ефективною організаційною формою, яка забезпечує інтенсифікацію будівельного процесу в умовах індустріалізації. Його впровадження дозволяє досягти високої продуктивності праці, скоротити терміни зведення об'єктів і покращити якість будівництва. В українських реаліях цей метод має особливе значення в період масштабної післявоєнної відбудови, коли необхідно забезпечити швидке, якісне та економічно обґрунтоване будівництво житла, інфраструктури й промислових об'єктів. Синергія індустріальних технологій, цифрового планування та потокового підходу здатна сформувати новий рівень ефективності будівельної галузі України - від традиційного до високотехнологічного, сталого виробництва.

ПСИХОСОЦІАЛЬНА ДОПОМОГА НА ВИРОБНИЦТВІ У БУДІВЕЛЬНІЙ СФЕРІ

Синенко В.Ю., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Будівельна галузь належить до професій із високим рівнем фізичних та психоемоційних навантажень. У теперішніх умовах, особливо в період військових викликів, працівники цієї сфери все частіше стикаються з високим рівнем стресу, тривожності, емоційного виснаження й професійного вигорання. До основних психосоціальних ризиків належать перевантаження працею, неясність ролі, низький рівень соціальної підтримки, нестабільність зайнятості, конфлікти в колективі, а також недостатність можливостей для емоційного відновлення. Усе це негативно впливає не лише на психологічний стан працівників, а й на безпеку робочого процесу, продуктивність та якість виконуваних робіт. Саме тому питання організації системної психосоціальної допомоги набуває особливої актуальності в контексті охорони праці та професійного здоров'я будівельників в Україні.

Психосоціальна допомога у будівельній сфері передбачає сукупність дій, спрямованих на зменшення впливу стресових факторів, створення здорового психологічного клімату та підвищення культури безпеки праці. Згідно з даними Державної служби України з питань праці, психосоціальні ризики є одним із головних факторів, що впливають на психічне благополуччя працівників і можуть проявлятися через перевищене навантаження, тривалий стрес, конфлікти чи брак підтримки на робочому місці. Особливу увагу вимагають будівельні працівники, адже особливості їхньої роботи передбачають працю в умовах високої небезпеки, фізичних навантажень і неперервної зміни оточення. Як зазначається у публікаціях Держпраці, у таких умовах важливо забезпечити не лише технічну, а й психологічну безпеку кадрів, адже психоемоційний стрес може безпосередньо впливати на рівень травматизму та якість виконання робіт.

Ефективна психосоціальна підтримка має поєднувати індивідуальний та організаційний рівні втручань. На індивідуальному рівні це може включати надання психологічних консультацій, проведення тренінгів із розвитку стресостійкості, емоційної компетентності, комунікаційних навичок та профілактики професійного вигорання. На організаційному рівні важливими є створення приємного соціально-психологічного клімату, проведення регулярного моніторингу психоемоційного стану працівників, створення умов для взаємної підтримки в колективі та відкритого діалогу між керівництвом і персоналом. За даними Держпраці, одним з дієвих напрямків є підготовка керівників середньої ланки до виявлення ознак стресу у підлеглих і надання первинної психологічної підтримки. Також позитивні результати показують приклади підприємств, де впроваджено регулярні підтримуючі зустрічі, колективні консультації з фахівцями-психологами та заходи з розвитку командної взаємодії. В Україні є кілька важливих державних і громадських ініціатив, що стосуються психосоціальної підтримки працівників: Національна програма ментального здоров'я, одним з напрямків якої є психосоціальна підтримка на робочих місцях.; Проект МН4U (Mental Health for Ukraine) з підтримки реформ в системі психічного здоров'я, зокрема підвищення спроможності регіонів, інформаційні кампанії, тренінги та методичні матеріали, Державна служба з питань праці розробила методичні рекомендації, плани заходів, політики психосоціальної підтримки, які підприємства можуть використати.

Психосоціальна допомога у будівництві також має брати до уваги сучасні виклики - післявоєнну відбудову, нестачу кадрів, підвищений рівень тривожності серед працівників, вплив економічних факторів. У цих умовах особливо актуальною є

впровадження державних і місцевих програм допомоги, зокрема таких, як ініціатива PRO MentalHealth, що передбачає створення центрів психосоціальної підтримки на рівні громад та підприємств. Поєднання таких підходів дозволяє гарантувати комплексну систему охорони психічного здоров'я на робочих місцях.

ПСИХОСОЦІАЛЬНІ РИЗИКИ В КАРТАХ РИЗИКУ НА БУДІВНИЦТВІ: ТЕОРІЯ, ПРАКТИКА ТА ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ДОСВІД

Тур В.В., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Будівельна галузь є однією з найбільш ризикованих сфер діяльності - як із точки зору фізичної безпеки, так і психосоціального добробуту працівників. В умовах високої напруги, нестабільності, багатозадачності, суворих строків і частоті зміни умов праці у працівників виникають не лише фізичні, а й психологічні ризики. У сучасній системі управління охороною праці дедалі частіше враховують психосоціальні ризики - ті, що пов'язані з організацією праці, соціальними відносинами, емоційним станом працівників, стресом, тиском чи конфліктами. Включення таких ризиків до карт ризику на будівництві є вимогою європейських стандартів та однією з ключових складових підходу до безпеки праці згідно з ISO 45003:2021 "Occupational health and safety management - Psychological health and safety at work".

Психосоціальні ризики - це аспекти організації праці, соціального середовища або умов роботи, які можуть негативно вплинути на психічне здоров'я, добробут, працездатність і безпеку працівників. Вони виникають, коли вимоги роботи перевищують можливості або ресурси працівника, або коли в робочому середовищі бракує підтримки, передбачуваності чи контролю.

У будівельній сфері такі ризики часто набувають форми: надмірного робочого навантаження; конфліктів у бригаді; нестачі комунікації з керівництвом; тривалих відряджень, роботи далеко від дому; невизначеності щодо стабільності зайнятості; тиску через стислий графік чи штрафи; відсутності відпочинку та відновлення; пережитого травматичного досвіду (наприклад, після аварії чи воєнних дій).

Наслідками можуть бути: хронічний стрес, тривога, депресивні розлади, конфлікти, зниження концентрації уваги (що збільшує ризик нещасних випадків), вигорання, зростання плинності кадрів.

Карта ризиків (або "карта ідентифікації небезпек") - це документ, який узагальнює всі потенційні небезпеки на робочому місці, визначає рівень їхнього ризику та пропонує заходи контролю. В Україні її ведення передбачене системою управління охороною праці відповідно до законодавства. Традиційно карти ризиків у будівництві зосереджувалися на: падіннях з висоти; ураженнях електричним струмом; роботі з важкою технікою; нещасних випадках, спричинених технічними факторами.

Проте сучасна практика (особливо європейська) вимагає інтегрувати психосоціальні ризики до цих карт на рівні з фізичними. Європейські країни вже понад десять років розробляють практики інтеграції психосоціальних факторів до систем управління безпекою праці. Фінляндія вважається лідером у сфері охорони праці. У будівельних компаніях тут **проводять** регулярну оцінку психосоціальних ризиків **відповідно** до стандартів Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). Компанії створюють "профілі ризику" для різних типів об'єктів (висотне будівництво, ремонти, інфраструктура), де поряд з фізичними небезпеками зазначаються: ризик конфліктів через субпідрядні відносини; втома від зміни графіків; стрес через віддаленість від дому. Такі карти оновлюють раз на 6–12 місяців, а їх результати інтегрують у план безпеки будівництва.

У Данії психосоціальні ризики розглядаються як юридично обов'язкові у системі оцінки робочих ризиків (APV - ArbejdsPladsVurdering). Будівельні компанії зобов'язані оцінювати не лише фізичні умови, а й стосунки між працівниками, рівень тиску, мотивацію, можливість участі у прийнятті рішень. Типовими заходами є: створення "Team Talk" - коротких зборів перед зміною, де обговорюють не лише технічні, а й емоційні питання; регулярні тренінги майстрів щодо лідерства без тиску; введення позиції "Workplace well-being officer" - офіцера із психологічного добробуту.

Сучасне будівництво - це не лише технології, бетон і крани, а й люди, які створюють середовище. Якщо працівники виснажені, перевантажені, мають невирішені конфлікти чи перебувають у стані стресу, будь-яка система безпеки буде неповною. Тому психосоціальні ризики повинні стати рівноправним елементом карт ризику на всіх будівельних підприємствах України.

Європейський досвід доводить: увага до психологічного добробуту - це не мода, а інвестиція у стабільність, якість і безпеку. Для українських компаній, які прагнуть до європейських стандартів, інтеграція психосоціальних ризиків є природним кроком розвитку системи управління охороною праці.

ВИКЛИКИ У СФЕРІ МЕНТАЛЬНОГО ЗДОРОВ'Я ОСВІТЯН В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЇ ПРОТИ УКРАЇНИ

Токарєва А.І., керівник доц. Косячевська С.М.

Український державний університет науки і технологій

Від часу повномасштабного вторгнення росії в Україну 24 лютого 2022 року освітяни стали однією з ключових соціальних груп, на яких позначається не лише руйнування інфраструктури чи порушення логістики, але й глибинні психологічні виклики. Вчителі, викладачі, педагогічний персонал шкіл, садків, закладів професійної та вищої освіти опинилися під подвійним тягарем - вони повинні забезпечувати освітній процес в умовах війни, підтримувати дітей і молодь, які переживають стресові травми, зберігати власну стійкість в умовах небезпеки, невизначеності, втрат і щоразу нових викликів. Усі ці обставини формують сукупність факторів, які серйозно загрожують ментальному здоров'ю освітян - факторів, які потребують системної уваги, моніторингу і заходів підтримки.

Одним з перших викликів, з яким зустрілись освітяни, став безпосередній вплив бойових дій на їхню безпеку та безпеку дітей, з якими вони працюють. Шкільні приміщення у зоні активних боїв - під ударом обстрілів, повітряних тривог, збитків, інколи руйнувань. Часто освітяни мають ризик бути вимушеними евакуюватися, працювати в нових умовах чи в умовах внутрішньої переселеності, що додає стресу: зміна місця проживання, відсутність стабільного житла чи ресурсів, вирішення побутових проблем - все це відволікає, емоційно виснажує.

Другий виклик - великий обсяг змін у освітньому процесі: перехід до дистанційного, змішаного формату, винятки через обстріли чи загрозу, адаптація програм. Освітяни мусили швидко опанувати нові технології, формати викладання, забезпечити контакт з учнями, організувати роботу під час тривоги, часто навіть без належної технічної та методичної підтримки.

Третій виклик - емоційні втрати. Багато освітян втратили рідних або друзів, багато бачили тяжко поранених чи зруйновані домівки, часто працюють з дітьми, які пережили чи переживають травму, окупацію або втрату. Це створює так званий «вторинний травматичний стрес»: коли людина постійно служить підтримкою, вислуховує чужі страхи, біль, намагається організувати психологічний комфорт для учнів, але сама залишається в ситуації невирішених власних психологічних потреб.

Четвертий виклик - перевантаження роботою і професійне вигорання. Освітняни працюють понаднормово: вони проводять додаткові консультації, підтримують дітей після тривоги, готують матеріали для онлайн-навчання, працюють в умовах відсутності стабільного графіка через форс-мажори (наприклад, коли треба змінити урок або перенести заняття через тривогу чи через загрозу). Це породжує емоційне напруження, накопичення втоми, ризик депресивних станів.

Додатковий виклик - дефіцит психологічної підтримки та ресурсів. Хоча держава й міжнародні організації започаткували програми підтримки ментального здоров'я, освітяни іноді не мають доступу до фахівців, консультації чи супервізії. Особливо це проявляється у сільській місцевості, або у районах, що зазнали активних бойових дій чи тимчасової окупації.

Не менш гострим є й соціальний виклик - стигма щодо психологічних проблем. Багато педагогів не звертаються за допомогою через страх бути неправильно сприйнятими, через думку, що треба триматися, не показувати, що щось «не так», що це слабкість або що це може позначитись на їхній професійній репутації чи навіть на кар'єрі. У багатьох випадках ментальне здоров'я - тема, яка ще не в повній мірі вважається складовою професійного обов'язку педагога, тому що історично система освіти в Україні, як і в багатьох країнах пострадянського простору, не мала культури відкритого обговорення психологічних проблем. У воєнний час ця стигма чи мовчання можуть поглиблюватися.

Статистичні дані опитувань і моніторингів чітко фіксують як загальний стан ментального здоров'я українців, так і конкретні результати серед освітян. Наприклад, соціологічне дослідження «Ти як?» показало, що більшість українців вважають, що тема ментального здоров'я потребує більшої уваги, 75 % респондентів вказали, що тема має бути обговорювана більше, ніж зараз. Вони також повідомляють, що рівень задоволеності власним психологічним станом знижується: якщо ще кілька років тому він був близько до 41 %, то у 2025 році цей показник опустився до приблизно 36 %. Дослідження «Інформаційно-аналітичний супровід підтримки ментального здоров'я українських освітян в умовах воєнного стану» підкреслює, що багато педагогів переходять у стан вразливості або реактивності щодо стресу, і поки що механізми втручання часто обмежуються лише просвітництвом, вебінарами, онлайн-семінарами, інформаційними ресурсами. Особливо наголошується, що вчителі сільської місцевості опиняються в значно складнішому становищі через поєднання логістичної ізоляції, менших ресурсів, можливих пошкоджень шкіл та інфраструктури, і це часто призводить до того, що їхні емоційні навантаження зростають, а доступ до підтримки - падає. Моніторинг емоційного стану університетських працівників та студентів показує, що викладачі із середнім або високим рівнем професійного вигорання потребують значної підтримки, і що випадки, коли вони звертаються за допомогою, стають більш частими, але все ще недостатніми. Професійне вигорання серед освітян - явище, яке ще потребує системних досліджень, але вже заявлено офіційно Міністерством освіти та відповідними органами. Деякі опитування показують, що викладачі досить часто оцінюють свій стан як середній або навіть трохи нижчий за середній, часто відзначають емоційну втому та зниження мотивації. Такі дані сигналізують, що зростаюча потреба психологічної допомоги серед освітян та населення загалом - не гіпотеза, а факт, який вже має наслідки для системи освіти, якщо не буде втручання. Мінімум три аспекти мають бути підсилені: кількість фахівців з ментального здоров'я в освіті, рівень доступу до психологічних ресурсів, навички самопомогі та копінг-стратегій серед педагогів. Держава й громадські організації мають координувати зусилля, щоб охопити всі освітні заклади, включно із сільськими, віддаленими, постраждалими від війни.

Освітняни - одна з груп підвищеного ризику психічного навантаження у час війни. Статистичні дані вже дають чітке уявлення: значний відсоток вчителів мають симптоми вигорання, тривоги чи інших психологічних проблем; існують групи освітян, чиї умови роблять їх психологічну стабільність особливо уразливою. Хоча вже працюють важливі ініціативи (психологи навчальні, психологічні хвилинки, SEL-програми), вони часто не покривають усі потреби, не досягають усіх освітян і не завжди враховують глибину травми чи вигорання.

Для зміцнення ментального здоров'я освітян необхідно системно підходити: моніторинг, підтримка, зміни умов праці, ресурси, освіта і методичне забезпечення. Тільки так можна забезпечити, що освітяни не лише виживають у кризі, але й працюють з ресурсом, стійкістю і мають змогу підтримувати учнів, які також переживають травму.

ТРАНСФОРМАЦІЯ ОПОРНИХ ПУНКТІВ ПІДРОЗДІЛІВ ПІД ВПЛИВОМ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ І ЗАГРОЗ

Пашинський М.О., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.
Український державний університет науки і технологій.

Підвищення живучості фортифікаційних споруд – це комплексний захід, який потребує ретельного планування, нових підходів, використання сучасних технологій та відповідної підготовки особового складу. Досвід війни вносить свої корективи щодо підходів ефективного влаштування фортифікаційних споруд.

Для збільшення темпів виконання будівельних робіт на об'єкті будівництва фортифікаційних споруд у складі взводного опорного пункту (далі ВОП) доцільно використовувати навчені спеціалізовані команди, які виконують однотипні будівельні роботи. Виходячи з досвіду, можливо формувати оптимальні команди з залученням техніки для виконання робіт з влаштування ВОП.

Досягнення достатнього рівня живучості фортифікаційних споруд можлива лише при чіткому дотриманні схем, проєктів, інструкцій щодо їх використання. Недобудовані або побудовані зі значними порушеннями споруди можуть принести більше шкоди, ніж користі.

Для здійснення приховування позицій, фортифікаційних споруд основним засобом були маскувальні комплекти. Реальна потреба їх для ефективного здійснення маскування позицій в разі перевищує їх наявну кількість. Частковим вирішенням проблеми є застосування сіток польового, промислового виготовлення з вплітанням в них елементів рослинності.

Для влаштування накриття траншей для захисту від БПЛА та його вогневих засобів, на практиці, застосовують листи з хвилястої сталі, комплекту КВС-У чи УГС товщина сталі не менше ніж 2 мм. Разом із шаром насипного ґрунту товщиною 50 см надають достатній захист від ураження вибухового пристрою масою 1 кг.

Бойовим статутом Збройних сил України частина 3, установлені розміри взводного опорного пункту механізованого підрозділу: по фронту – до 400 м, у глибину – до 300 м. Такі розміри обґрунтовувалися штатною чисельністю та здатністю вести ефективний оборонний бій. На даний час реальний некомплект в підрозділах може складати 60–70 %. Особовий склад в таких підрозділах не здатний ефективно виконувати бойове завдання на стандартному взводному опорному пункті. Тому опорний пункт підрозділу доцільно зменшувати: по фронту – 100-150 м, у глибину до 50 м, з накриттям траншей та влаштування закритих вогневих позицій. Суміжні опорні пункти мають перекриватись вогнем сусідніх, щоб забезпечити перекриття усього фронту.

Але при цьому має бути налагоджена максимальна комунікація і злагодженість.

У реаліях сучасної війни ворог намагається нанести максимальне ураження у першу чергу бойовій техніці. Для будівельних підрозділів втрата засобів механізації означає значне зменшення темпів будівництва. Вирішенням цього питання є виготовлення макетів екскаваторів, автокранів, транспортної техніки. Для збільшення реалістичності, доцільно встановлювати макети техніки у робочому положенні на відстані не менше ніж 100...150 м від реальної площадки будівництва. Вартість матеріалів виготовлення макету незначна у відношенні до вартості реальної техніки.

Найкращим варіантом влаштування позицій опорного пункту є розміщення позицій вогневих засобів на передніх схилах висот. У східній та південно-східній частині України переважає рівнинна степова місцевість без значних перепадів висот, тому положення позицій опорного пункту потрібно розміщувати під прикриттям лісосмуг, а ходи сполучення вписувати у складки місцевості.

Для створення комфортних умов, умов безпеки повсякденної діяльності підрозділів, що займають опорний пункт, доцільно влаштовувати допоміжні споруди. До таких споруд відносяться: склад боєприпасів, склад паливно-мастильних матеріалів, відхоже місце. У подальшому доцільно влаштовувати кухню, їдальню, лазню, дровник.

Отже, підводячи підсумок цього дослідження, робимо висновок, що в сучасних реаліях трансформація опорних пунктів підрозділів спрямована на підвищення їх адаптивності, захищеності та здатності вести ефективну оборону в умовах сучасних бойових дій.

ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНОГО ДОСВІДУ ПРИ ФОРТИФІКАЦІЙНОМУ ОБЛАДНАННІ ТЕРИТОРІЙ

Губський М.В., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.

Український державний університет науки і технологій

У межах бойових дій на сході України фортифікаційне обладнання стало одним із ключових елементів оборонної стратегії, спрямованої на зниження втрат особового складу, підвищення стійкості позицій та ефективності виконання завдань. Починаючи з 2014 року, війська постійно вдосконалюють інженерне облаштування оборонних районів відповідно до розвитку тактики противника та впровадження новітніх засобів ураження.

Зокрема, з поширенням безпілотних літальних апаратів (БПЛА), FPV-дронів і високоточної зброї, виникла потреба у відмові від класичних, статичних форм фортифікаційних споруд. Залізобетонні вогневі точки, бліндажі, накриті траншеї, що раніше забезпечували надійний захист, сьогодні є вразливим для ударів з повітря, особливо за умови прямого попадання боєприпасів з лазерним або GPS-наведенням.

У відповідь на ці виклики Збройні сили перейшли до нових типів захисних споруд – мобільних, адаптивних і таких, що важко виявити з повітря. Основним матеріалом для будівництва все частіше стає метал, який дозволяє створити модульні конструкції, легко транспортувати їх до району бойових дій та швидко монтувати з мінімальною кількістю зварювальних робіт. Це не лише скорочує час зведення, а й значно зменшує ризики для особового складу інженерних підрозділів, які перебувають під постійною загрозою обстрілів.

Однак, у випадках, коли необхідно забезпечити довготривалий захист стратегічно важливих точок, використовуються більш стійкі матеріали – зокрема, залізобетон. Вогневі опорні пункти (ВОПи), збудовані з цього матеріалу, здатні витримувати тривалий вогневий вплив, захищати військових від уламків, вибухових хвиль і артилерійських ударів. Такі споруди зазвичай розміщуються на напрямках, де

очікується максимальний тиск противника технікою або іншими засобами ураження.

Окремим напрямком фортифікаційної роботи є облаштування транспортних маршрутів, відомих як «дороги життя». Це маршрути, по яких здійснюється доставка боєприпасів, харчів, медикаментів та евакуація поранених. Для їх захисту активно використовуються антидронові сітки, маскувальні навіси, камуфляжні структури, що зменшують ймовірність ураження FPV-дронів. Застосування таких заходів дозволяє підтримувати мобільність військ, не перериваючи логістичні ланцюги навіть під ворожим вогнем. Для цього використовують сітки, які затримують FPV-дрони та не дають уразити техніку наших підрозділів.

Нова концепція траншей також відходить від відкритих прямолінійних форм. Військові на лінії оборони дедалі частіше застосовують структуру так званих «лисячих нір» - звивистих, багато поворотних проходів із множинними вузлами, які значно ускладнюють проникнення дронів та мінімізують ефективність вогневих ударів. Такі траншеї, крім захисту, забезпечують швидку комунікацію між підрозділами та гнучке реагування на зміни в бойовій обстановці. У системі територіального захисту подібні структури можуть бути використані для створення безпечних маршрутів переміщення між укриттями, пунктами управління або евакуаційними точками.

Крім того, значну увагу приділяють системам інженерного загородження, мінування та маскування. Вони дозволять дезорієнтувати противника, створити зони обману та ускладнити розвідку з повітря. Наприклад хибні вогневі позиції або макети техніки часто змушують ворога витратити ресурси на неефективні удари. У мирному застосуванні ці методи можуть бути використані для захисту об'єктів від диверсій, спостереження або терористичних атак, створюючи ілюзію насиченості оборонних ресурсів.

Загалом, фортифікаційне обладнання на сході України є динамічною системою, яка постійно адаптується до нових викликів та технологій. Її основні завдання – не лише захист, а й забезпечення гнучкості, живучості та можливості маневру в умовах високотехнологічного збройного конфлікту. Цей досвід має бути системно інтегрований у стратегії територіальної оборони, цивільного захисту та інфраструктурної безпеки, адже саме він демонструє ефективність рішень, перевірених у найскладніших умовах сучасної війни.

**АНАЛІЗ-ПОРІВНЯННЯ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД, ЩО
ВЛАШТУВУЮТЬСЯ В УКРАЇНІ ТА СПОРУД КРАЇН-ЧЛЕНІВ НАТО**
Гуденко Я.Ю., керівник ст. викл.Москальов Г.Ю.
Український державний університет науки і технологій.

У сучасних умовах ведення бойових дій особливого значення набуває створення системи фортифікаційних споруд, здатних забезпечити захист військ та критичної інфраструктури від вогневого ураження противника. В Україні широкомасштабна війна зумовила масове зведення багатоповушкових ліній оборони, які включають траншейні системи, бліндажі, протитанкові рови та мінно-вибухові загородження. Їхнє основне завдання – уповільнити наступ противника, забезпечити прикриття особового складу й виграти час для маневру резервів.

У країнах НАТО фортифікаційні споруди мають інший характер: вони створюються завчасно, відрізняються більшою довговічністю, інтегровані в загальну систему захисту державних кордонів та об'єктів інфраструктури, а також поєднуються з високотехнологічними засобами спостереження і протидії.

Головна особливість українських фортифікаційних споруд полягає у їхній масовості та швидкому темпі зведення. В умовах активних бойових дій інженерні

війська та інші складові Сил оборони облаштовують сотні кілометрів окопів, бліндажів та позицій для вогневих засобів, використовуючи як традиційні земляні споруди, так і бетонні конструкції. Важливим елементом стали протитанкові бар'єри та мінні поля, що створюють глибоко ешелоновану оборону. При цьому швидкість будівництва та гнучкість адаптації споруд до конкретної ділянки фронту є ключовими перевагами, адже лінії часто доводиться відновлювати чи посилювати після артилерійських ударів.

На відміну від України, де фортифікація є наслідком нагальної воєнної потреби, країни НАТО інвестують у довготривалі укріплення ще у мирний час. Східний фланг Альянсу, зокрема Польща та країни Балтії, активно створюють капітальні оборонні лінії у вигляді бетонних бункерів, протитанкових ровів та укриттів для особового складу. Їх поєднують із сучасними сенсорними мережами, системами радіолокаційного спостереження, протидроновими установками й засобами електронної боротьби. Таким чином, оборонні споруди НАТО є не лише фізичним бар'єром, а й елементом технологічно насиченої системи стримування.

Особливу увагу НАТО приділяє захисту критичної інфраструктури. Для цього зводяться укриття для електропідстанцій, складів пального, командних пунктів, що забезпечують стійкість держави у разі загрози.

Український досвід, натомість, свідчить про важливість фортифікації саме на передовій, де головна мета – стримати наступ і зберегти живу силу. Таким чином, підходи різняться за акцентами: Україна робить ставку на польову мобільність і масштаб, тоді як НАТО – на довговічність і технологічність.

Захисні властивості споруд також різняться. Українські укріплення добре протистоять артилерійському та мінометному вогню, особливо у поєднанні з маскуванням і шарами ґрунту. Проте вони потребують постійного ремонту та поновлення.

Фортифікації НАТО, завдяки використанню бетону та сталі, відзначаються високою міцністю й довгим терміном експлуатації, проте їхня стаціонарність робить їх менш гнучкими у разі швидких змін обстановки.

Важливим напрямом є використання інновацій. Україна активно застосовує безпілотні літальні апарати для коригування вогню та виявлення слабких місць в обороні, а також дистанційні системи мінування. НАТО інтегрує сенсорні системи, автоматизоване управління й засоби РЕБ. Взаємне поєднання цих підходів може дати максимальний ефект: оперативність і масштабність українських рішень у комплексі з технологічними ресурсами НАТО.

Підсумовуючи, можна зазначити, що фортифікаційні споруди України та країн НАТО різняться за масштабами, термінами зведення та рівнем технологічності, але мають спільну мету – збереження живучості військ і створення умов для успішних оборонних дій. Український досвід показує, що мобільні й багат шарові польові укріплення здатні зупинити масовані наступи, тоді як досвід НАТО демонструє ефективність капітальних і технологічно оснащених споруд у довготривалому плануванні оборони. Оптимальним рішенням для сучасної війни є поєднання цих підходів: мобільність і масштабність українських укріплень має підкріплюватися технологічними можливостями, які застосовують країни Альянсу.

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ МАСКУВАННЯ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД
Таранов Б. Р., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.
Український державний університет науки і технологій.

В умовах сучасної війни, де домінує аерокосмічна розвідка та високоточна зброя, традиційні методи маскування фортифікаційних споруд є недостатньо

ефективними, що вимагає розробки та впровадження інноваційних рішень, які враховують мультиспектральні характеристики, динамічність та оперативність змін у природному ландшафті. Роль маскуванню для виживання та ефективності фортифікаційних споруд - приховування від розвідки. Маскування має на меті приховати фортифікаційні споруди від всіх видів розвідки противника: візуальної, оптичної, інфрачервоної, радіолокаційної. Непомічена споруда не може бути атакована.

Крім приховування, маскуванню передбачає створення хибних цілей, що відволікають увагу противника та змушують його витратити ресурси (боєприпаси, розвідувальні засоби) на ураження неіснуючих об'єктів. Приховані фортифікації дозволяють військам зберігати бойову готовність, оскільки вони захищені від ворожого вогню. Це дає можливість для маневрів, перегруповування та несподіваних контратак. Маскування, особливо в поєднанні з інженерними рішеннями, такими як заглиблення споруд, робить їх менш уразливими для високоточної зброї та артилерійських обстрілів.

У ході проведення Операції Об'єднаних сил набуто певний досвід з маскуванню військ та об'єктів. У частинах та підрозділах виготовлялися та встановлювалися в опорних пунктах макети озброєння та військової техніки, особового складу та хибні об'єкти – макети танків, автомобільної техніки, башти бойових машин, мінометів, гармат, хибні вогневі позиції та військові об'єкти тощо. Під час виконання бойових завдань противник, в основному, застосовував оптичні засоби розвідки та БпЛА.

Кількість застосування радіолокаційних засобів розвідки була незначною. Тому використання макетів із застосування відбивачів та каталітичних печей значної користі не приносило. Навпаки, найбільш ефективним було використання макетів з різних матеріалів (лісу, геотекстилю тощо) з наданням їх характерних, явних контурів, що імітують ознаки озброєння та військової техніки. Разом з тим, аналіз засвідчив низьку ефективність найбільш поширених у військах маскувальних комплектів, які під впливом погодних умов швидко втрачають свої маскувальні властивості та через 3-4 місяці експлуатації стають непридатними для маскуванню військ та об'єктів. Крім того, забезпеченість військ (сил) штатними маскувальними комплектами залишається низькою (менше 59% від загальної потреби військ).

Наступним проблемним питанням є відсутність достатньої кількості макетів озброєння та військової техніки промислового виготовлення, а ті що використовуються суттєво відрізняються від справжніх зразків, що дозволяє противнику легко розпізнавати їх як хибні. Залишаються недостатніми можливості інженерних підрозділів, які виконують завдання з маскуванню військ та об'єктів. Основною причиною низької ефективності цих підрозділів є їх мала чисельність та укомплектованість малоефективними інженерними засобами маскуванню. Недооціненою залишається також значимість заходів маскуванню військ та об'єктів та низька підготовка особового складу щодо знання основних прийомів і способів маскуванню й дотримання маскувальної дисципліни.

Основними демаскуючими факторами військ та об'єктів наразі залишається пофарбування озброєння та військової техніки у піксельне деформуюче забарвлення, яке є незмінним протягом усіх сезонів року.

Традиційні методи маскуванню, як-от маскувальні сітки, фарбування, гілки та природні матеріали, працюють переважно в оптичному (видимому) діапазоні. Вони ефективно розмивають контури об'єкта, роблять його менш помітним для людського ока або звичайної камери. Ці методи допомагають приховати техніку, об'єкти від візуальної розвідки, але не захистять від сучасних технологій розвідки, особливо аерокосмічної. Сучасні розвідувальні супутники та безпілотники (БПЛА) оснащені сенсорами інфрачервоного (теплого) спектру виявляє об'єкти за їхнім тепловим

випромінюванням. Солдат, що дихає, генератор, що працює, або навіть щойно залишений бліндаж – все це залишає тепловий слід, який неможливо приховати звичайною сіткою. Радіолокаційний спектр використовує радіохвилі для виявлення об'єктів. Металеві елементи фортифікації, як-от арматура чи обладнання, мають високе радіолокаційне відбивання хвиль, що робить їх помітними на екранах радарів.

На даний час існують інноваційні рішення для протидії сучасним засобам розвідки. Серед них статичні системи маскування: мультиспектральні маскувальні сітки та накидки це сучасні сітки, що мають складну багат шарову структуру, що поглинає або розсіює випромінювання в різних діапазонах; сітки з хромогенними пігментами, які можуть змінювати свій колір, імітуючи зміни в природі. Активні системи маскування – це системи, які не просто приховують, а й активно протидіють розвідці противника шляхом розсіювання не лише видимого світла, але й інфрачервоне випромінювання, приховуючи об'єкти від телевізорів.

Перехід до інноваційного маскування має свої виклики, як-от висока вартість та складність виробництва, але переваги є незаперечними: підвищення живучості підрозділів і об'єктів, збереження ресурсів, оперативна перевага при здійсненні прихованих маневрів.

Виклики сучасного маскування:

1. Швидкість та точність високоточної зброї. Цикл "розвідка-ураження" став надзвичайно коротким, якщо фортифікаційна споруда виявлена, у ворога є лише лічені хвилини, щоб визначити її координати і завдати удару високоточною зброєю.

2. Людський фактор та демаскуючі ознаки. Люди залишають сліди, це може бути протоптана стежка, сліди від техніки, залишений сміття тощо. Кожний такий демаскуючий фактор може стати причиною виявлення.

3. Дисципліна маскування. Використання ліхтариків вночі, куріння, шум від роботи генератора – все це легко фіксується ворогом. Відсутність суворої дисципліни може призвести до розкриття позицій.

4. Проблема сезонних змін. Маскування, яке ідеально працює влітку, стає повністю помітним взимку на тлі снігу.

5. Динамічність та адаптивність. Необхідність постійної заміни маскувальних засобів створює додаткові логістичні та часові витрати.

Проблема динамічного ландшафту. Свіжа вирита земля, пошкоджена рослинність або залишки від будівельних матеріалів — все це демаскує об'єкт. Інженерні роботи необхідно проводити максимально приховано і швидко, з подальшим ретельним маскуванням слідів.

Отже, сучасне маскування фортифікаційних споруд вимагає комплексного підходу, що поєднує інженерні рішення, новітні технології та високу дисципліну особового складу.

УНІВЕРСАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ШВИДКОМОНТОВАНИХ СПОРУД ІЗ ХВИЛЯСТОЇ СТАЛІ

Губський А. В., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.

Український державний університет науки і технологій.

У сучасних умовах ведення бойових дій, особливого значення набуває створення мобільних, надійних і технологічно простих укриттів, здатних швидко забезпечити захист особового складу від засобів ураження противника. Висока динаміка сучасних операцій, постійне переміщення підрозділів та потреба в швидкому розгортанні оборонних позицій ставлять перед військовою інженерією завдання розробки конструкцій, які поєднують у собі міцність, мобільність і можливість багаторазового використання. Одним із найбільш перспективних рішень у цій сфері

визнано швидкокомтовані споруди, виготовлені з хвилястої сталі. Такі конструкції вже тривалий час застосовуються у світі для будівництва мостів, тунелів та тимчасових ангарів, а останніми роками активно впроваджуються у військовій сфері як укриття для особового складу, командні пункти, склади боєприпасів, ремонтні майстерні та захищені пости спостереження.

Головна перевага цих споруд полягає у поєднанні високої механічної міцності з відносною легкістю елементів і простотою їх транспортування. Хвиляста сталь відзначається підвищеною жорсткістю завдяки гофрованому профілю, що дає змогу зменшити власну вагу конструкції без втрати несучої здатності. Завдяки цьому стандартні секції виготовляються на заводах у зручних для транспортування розмірах і доставляються на місце монтажу у розібраному вигляді. Логістика суттєво спрощується: елементи можна перевозити автомобільним або залізничним транспортом, а за потреби навіть авіацією, що критично важливо для оперативного розгортання в зоні бойових дій.

Монтаж таких укриттів виконується за допомогою болтових з'єднань або якісного зварювання. Технологія не потребує складних механізмів, тому може бути реалізована силами невеликого підрозділу протягом короткого часу. Практичні випробування показують, що споруду площею від п'ятдесяти до ста квадратних метрів можна звести за дванадцять–двадцять чотири години, що в разі швидше за традиційні дерев'яно-земляні або бетонні укриття аналогічного призначення. Така швидкість особливо важлива у випадках, коли підрозділ повинен негайно обладнати позицію після переміщення або організувати захист під час наступу.

Окрім швидкості розгортання, споруди з хвилястої сталі відзначаються високою стійкістю до дії вибухових хвиль, уламків та стрілецького озброєння. Гофрований профіль рівномірно розподіляє навантаження, що значно знижує ризик руйнування при обстрілі. Для додаткового підвищення захисних властивостей рекомендується покривати зовнішню поверхню ґрунтовим шаром або комбінувати сталеві модулі з бетонними підпірними елементами. Такий підхід не тільки підсилює конструкцію, а й покращує теплоізоляційні властивості укриття, що важливо під час тривалого перебування особового складу в холодну пору року.

Експлуатаційні аспекти також потребують уваги. Однією з ключових проблем є захист від корозії, адже споруди часто експлуатуються у вологому середовищі та піддаються впливу агресивних речовин. Найефективнішими засобами є гаряче оцинкування та нанесення спеціальних полімерних покриттів, що подовжують строк служби конструкцій до кількох десятиліть навіть у складних кліматичних умовах. Важливим є також облаштування вентиляційних каналів і системи водовідведення для забезпечення комфортного мікроклімату та запобігання підтопленню. Практика показує, що належна організація дренажу й регулярне технічне обслуговування значно зменшують ризик пошкодження споруди та продовжують термін її використання.

Окремої уваги заслуговує багаторазовість та мобільність таких конструкцій. На відміну від капітальних споруд, які після завершення операції залишаються на місці, модулі з хвилястої сталі можна демонтувати, перевезти та повторно встановити на новому об'єкті. Це знижує витрати на будівництво, дає змогу ефективніше використовувати ресурси та підвищує гнучкість військових підрозділів. Завдяки модульному принципу проектування можливе зведення укриттів різних розмірів і конфігурацій — від невеликих сховищ для групи бійців до великих ангарів для техніки або ремонтних майстерень. Комбінуючи окремі секції, інженери можуть швидко адаптувати споруду під конкретні тактичні завдання.

Застосування швидкокомтованих споруд із хвилястої сталі має не лише військове, а й гуманітарне значення. Такі конструкції можуть слугувати тимчасовим

житлом або пунктами медичної допомоги під час ліквідації наслідків стихійних лих, техногенних аварій чи масових переміщень населення. Досвід міжнародних організацій показує, що мобільні сталеві укриття ефективно використовуються як захист під час повеней, землетрусів та інших надзвичайних ситуацій, коли необхідно швидко забезпечити безпечні умови для великої кількості людей.

Узагальнюючи результати проведеного аналізу, можна зробити висновок, що швидкокомонтовані споруди з хвилястої сталі є ефективним інженерним рішенням для створення тимчасових або напівпостійних укриттів у зонах підвищеної небезпеки. Вони поєднують високу швидкість розгортання, надійний захист від уламкової та вогневої дії, простоту транспортування й можливість багаторазового використання. Комплексне впровадження таких конструкцій значно підвищує живучість підрозділів і гнучкість оборонних дій у сучасних бойових умовах, а також може стати основою для швидкого реагування на надзвичайні ситуації мирного часу. Перспективи подальших досліджень пов'язані з оптимізацією профілю хвилястої сталі, впровадженням нових антикорозійних покриттів та автоматизацією процесів монтажу, що дозволить ще більше скоротити час розгортання й підвищити довговічність споруд.

ПІДГОТОВКА І УТРИМАННЯ ШЛЯХІВ ПІДВОЗУ І ЕВАКУАЦІЇ ДО ОПОРНИХ ПУНКТІВ ПІДРОЗДІЛІВ

Жила Є.О., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.

Український державний університет науки і технологій.

У сучасних умовах ведення бойових дій ефективність дій підрозділів значною мірою залежить від організації безперебійного підвозу матеріально-технічних засобів та своєчасної евакуації поранених, пошкодженої техніки й озброєння.

Для забезпечення високих темпів влаштування фортифікаційних споруд потрібно налагодити логістику, доставку матеріалів до будівельного майданчику. У найкращому випадку плече підвозу може бути 3...5 км, але в більшості випадків воно значно більше.

Розташування об'єкту будівництва часто знаходиться на значному віддаленні від населених пунктів, а тому доріг з поліпшеним покриттям недостатньо. Складність підвозу матеріалів посилюється у сезон з великою кількістю опадів, особливо у райони, де переважають лесові, глинисті ґрунти. Для доставки вантажів часто потрібно залучати додаткові засоби у вигляді тягачів або зменшувати масу вантажу, що потребує збільшення рейсів.

Ця причина також впливає на швидкість евакуації ранених. Для вирішення цього питання потрібно підготувати в сухий період року шляхи підвозу і евакуації, шляхом відсіпання щебнем чи іншим насипним матеріалом крупної фракції. Такий досвід впроваджений Одеською ОВА при влаштуванні опорних пунктів біля н.п. Миколаївка, шлях підвозу і евакуації був влаштований на польовій дорозі. Цей шлях використовувався для влаштування одразу 3 опорних пунктів.

Досвід, отриманий у ході відсічі збройної агресії російської федерації проти України, також засвідчує потребу вдосконалення інженерного захисту логістичних шляхів, підвищення безпеки пересування техніки та особового складу в зонах бойових дій, забезпечення їх більшої живучості, а також впровадження нових видів інженерних споруд, здатних протидіяти загрозі ураження ворожими дронами.

Одним із таких рішень виступає використання інженерних конструкцій, що зводяться за каркасно-розтяжним принципом.

Тунельна конструкція – система опор з вертикальних брусів, розтяжок та діагоналей, що формують основу конструкції, та сітки, що забезпечує пасивний захист

від frv-дронів.

Результати аналізу досвіду, набутого Силами оборони України (далі СОУ) у ході відбиття збройної агресії військ російської федерації, підтверджують доцільність застосування інженерних конструкцій “антидронового” захисту. Використання таких конструкцій зменшує ймовірність ураження техніки та особового складу дронами противника або їх уражаючими елементами (осколки, фрагменти боєприпасів, тощо), а також впливає на зміну траєкторії кумулятивного струменя відносно потенційних цілей (особового складу, техніки, обладнання).

Облаштування інженерних конструкцій (тунелей) із використанням захисних сіток на основних логістичних маршрутах СОУ передбачає поділ на два основних типи, залежно від віддалення від лінії бойового зіткнення (далі – ЛБЗ), протяжності маршруту та характеру бойових завдань.

Тип 1 (рис. 1), конструкції типу 1 зводяться на відстані до 20 км від ЛБЗ, в районах де значно зменшується можливість застосування засобів механізації робіт.

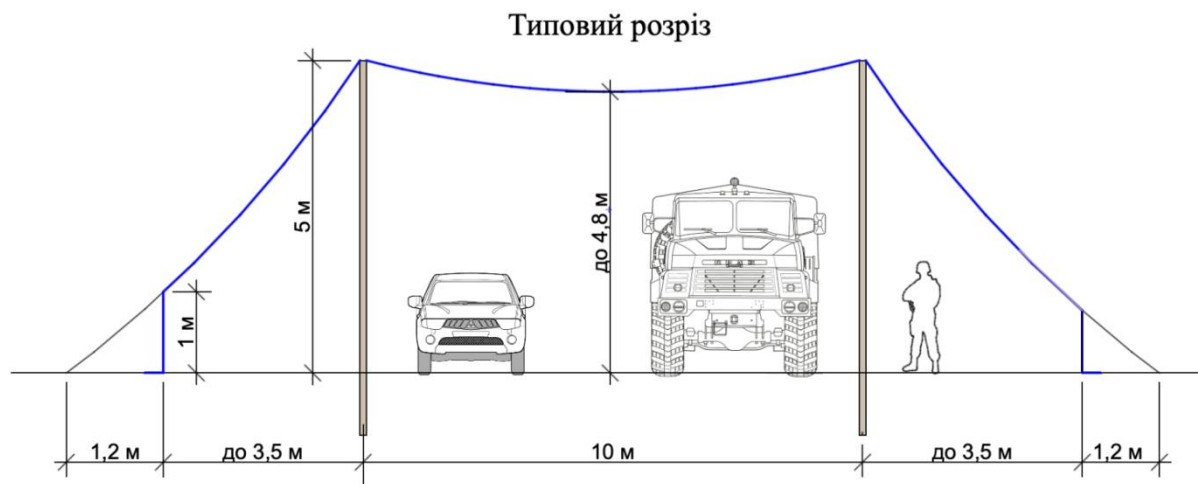


Рисунок 1 – Типовий розріз конструкції для “антидронового” захисту Типу 1

Тип 2 (рис. 2), конструкції типу 2 зводяться на відстані понад 20 км від ЛБЗ, в районах де є можливість застосування засобів механізації робіт, підвезення матеріальних засобів та більш безпечного виконання робіт особовим складом.

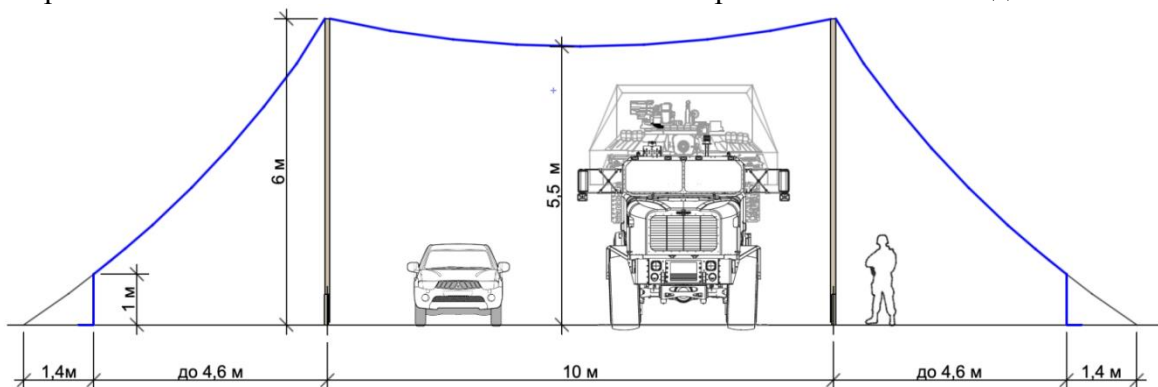


Рисунок 2 – Типовий розріз конструкції “антидронового” захисту Типу 2

Застосування конструкцій “антидронового” захисту із захисними сітками на основних логістичних маршрутах СОУ підтвердило свою ефективність у ході активної фази бойових дій. Розроблені дві функціональні модифікації (Тип 1 і Тип 2),

дозволяють адаптувати технічні рішення відповідно до відстані до ЛБЗ, протяжності маршруту та наявних засобів механізації.

Тип 1 забезпечує встановлення конструкцій “антидронового” захисту без залучення спеціалізованої техніки. Його конструктивна простота дозволяє виконувати монтаж силами підрозділу з 4–5 розрахунків, використовуючи ручні мотобури та легкий інструмент.

Тип 2 орієнтований на швидке встановлення конструкцій “антидронового” захисту з використанням механізованих засобів (копрів) та посиленого опорного каркаса. Завдяки можливості забивання паль та використанню метизів промислового зразка значно підвищується живучість конструкції.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ НА ПОЗИЦІЯХ ПІДРОЗДІЛІВ **Жигунов К.В., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.** **Український державний університет науки і технологій.**

Влаштування водовідведення для позицій підрозділів є одним із важливих заходів при будівництві в польових умовах. Його головна мета — забезпечити збереження боєздатності особового складу, техніки та стійкості інженерних споруд шляхом захисту їх від негативного впливу атмосферних та ґрунтових вод. У цьому дослідженні буде описано досвід щодо його влаштування.

Окопи, побудовані в глинистому та рослинному ґрунтах, в дощову пору року наповнюються водою, яка довго стоятиме в них, розмиваючи при цьому крутості та заповнюючи окоп в'язким брудом. Тому при спорудженні споруд необхідно забезпечувати їх захист від поверхневих вод. Окопи, побудовані в піщаному ґрунті, не потребують відведення води.

Захист фортифікаційних споруд від поверхневих вод досягається правильною посадкою(розміщення) споруд на місцевості, що дозволяє виключити їх затоплення та відвести поверхневі води з найменшими витратами сил і засобів, а також улаштуванням водовідводів. Посадку(розміщення) споруд слід проводити по можливості на підвищених ділянках місцевості та скатах висот, розташовуючи їх так, щоб поверхневі води обтікали їх по природних стоках(рис 1). Розміщувати споруди в низинах, по дну балки, ярів і сухих русел річок не рекомендується, оскільки ці місця зазвичай затоплюються в дощові періоди. При зведенні споруд на скатах висот слід на 5-10 м вище за їх розташування відривати нагірні водовідвідні канали шириною 40-50 см і глибиною 50-60 см з укладанням витягнутого ґрунту з низового боку каналу. По нагірним каналам поверхневі води повинні відводитися убік від споруд. Для відведення води з нагірних каналів через окопи, траншеї та ходи сполучення, розташовані на скатах, влаштовуються перепускні лотки, що виготовляються з лісоматеріалу.

Для відведення води в окопах, траншеях або ходах сполучення необхідно: дну траншеї надавати поперечний ухил у бік тильної крутості і вздовж неї відривати водовідвідну канавку заданих геометричних розмірів; на рівнинній місцевості траншеї відривати з поздовжнім ухилом дна, тобто з поступовою зміною глибини відривки; у нижчих точках ділянок траншеї влаштовувати водозбірні колодязі; у глинистих ґрунтах по дну траншеї, у місцях збору води, влаштовувати дренаж з фракцій або відривати водовідвідні канавки з перекриттям дошками. Водозбірні колодязі відривають глибиною 60 см та перекриваються дошками з лісоматеріалу. Воду з них видаляють вручну за допомогою відер при невеликому притоку води. В умовах тривалої експлуатації можуть влаштовуватися водозбірні колодязі великих розмірів з періодичним відкачуванням води насосами.

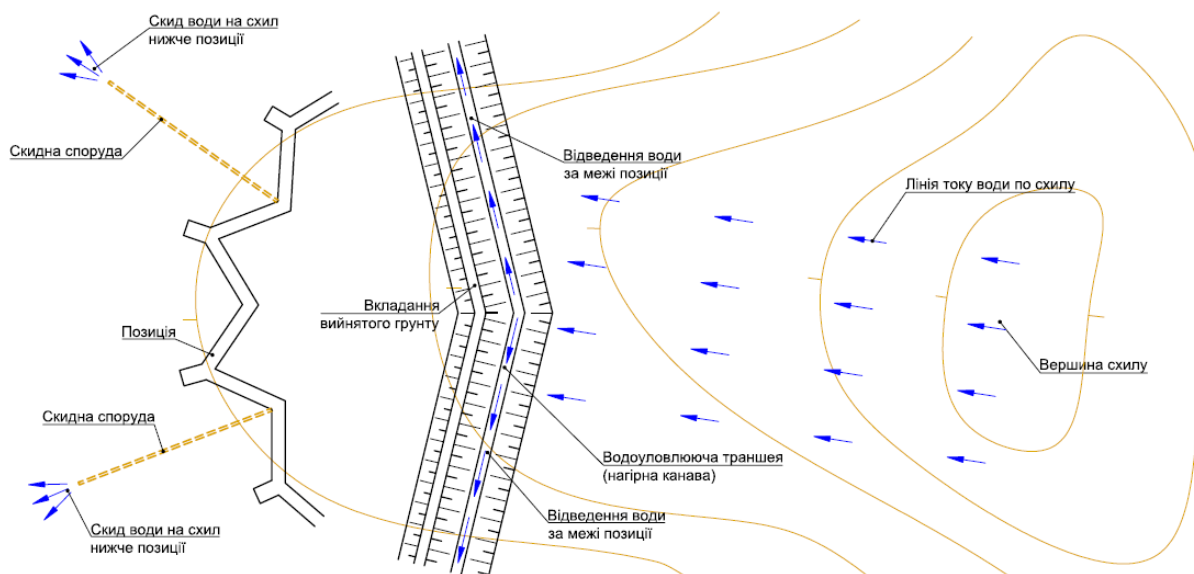


Рисунок 1. План улаштування позицій з урахуванням рельєфу

Дренажні колодязі влаштовують у тих випадках, коли водопроникний ґрунт (пісок) залягає на невеликій глибині. Колодязі заглиблюють у нього на 15-20 см, заповнюють камінням, великим гравієм, щебнем або зміцнюють стінки колодязів місцевими матеріалами.

В окопах та укриттях для бойової техніки, розташованих на рівнинній місцевості, дну слід надавати невеликий ухил у бік в'їзної апарелі. У місці примикання дна окопа до апарелі відривають водозбірну канавку і водозбірний колодязь.

Для захисту від попадання води в примкнуті до окопа траншеї або споруди відкритого типу необхідно дно цих споруд влаштовувати трохи вище дна траншеї і надавати йому невеликий ухил у бік траншеї, а в місці примикання споруди до траншеї обладнати водозбірний колодязь. Якщо позначка дна споруди нижче відмітки дна траншеї, то перед входом у споруду влаштовують поріг і водозбірні колодязі.

Водовідведення є невід'ємним елементом інженерного захисту позицій підрозділів. Його правильне влаштування забезпечує довговічність споруд, стабільність ґрунту, ефективне функціонування оборонних об'єктів і комфортні умови для особового складу.

ЗАСТОСУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТРАНШЕЙ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ОПОРНИХ ПУНКТІВ ПІДРОЗДІЛІВ

Чудеса А.О., керівник ст. викл. Москальов Г.Ю.

Український державний університет науки і технологій.

Оптимальна конструкція траншей, згідно з військово-інженерною літературою, базується на принципі економічності, доцільності та мінімізації витрат часу і матеріалів при забезпеченні необхідної стійкості ґрунту. Головна мета полягає в тому, що одяг крутості і антидроновий захист не повинен бути надмірним, його конструкція завжди має відповідати типу ґрунту захищати від засобів ураження противника та часу експлуатації опорного пункту підрозділу. Відповідно до нормативної літератури, для влаштування траншей може використовуватися: деревина і конструкції з неї, металеві конструкції та бетонні конструкції.

До недавнього часу конструкція траншей була відкритою. Такий вид траншей був достатнім для захисту від основних засобів ураження противника(окрім прямого

влучання артилерійського снаряда). Відкриті траншеї – швидкі у виконанні, підходять для мобільної оборони. Траншеї відкритого типу не мають перекриття і влаштовуються вручну або за допомогою землерийної техніки. Одяг крутості траншей застосовувався найпростіший – дерев'яні колоди, дошки, металеві сітки, геотекстиль. Вартість влаштування одягу крутості незначна. Для захисту від обвалів стінок траншей застосовувалися відтяжки з дроту. Недоліками траншей відкритого типу є: нетривалий термін експлуатації, низький захист від артилерії, мінометних мін, БпЛА. Та з розвитком засобів ураження з'явилася необхідність накриття позицій підрозділів для захисту у горизонтальній проекції.

Закриті траншеї – мають вищий рівень захисту особового складу. Вони можуть мати захисний шар ґрунту або без нього.

Закриті траншеї мають перекриття (дерев'яне, металеве, бетонне) яке додатково маскується ґрунтом чи камінням, мають високий рівень захисту, можливість довготривалого перебування особового складу, стійкість до кліматичних умов, захист від безпілотної авіації. Недоліком таких траншей є більші працевитрати, тривалий час спорудження, потреба у ресурсах. Найбільш ефективні для довготривалих оборонних рубежів.

Дерево (колоди, брус) є ідеальним вибором для будівництва в умовах бойового контакту або на передовій (першій лінії оборони). Ключова перевага — швидкість і простота монтажу. Дерев'яні елементи відносно легкі, що дозволяє швидко встановлювати їх вручну без залучення важкої інженерної техніки. Живучість досягається за рахунок товстого шару ґрунту (накату) над дерев'яним каркасом. Однак сама дерев'яна конструкція менш стійка до прямого вогню та уламків порівняно з бетоном. Таке укріплення вимагає мінімуму обладнання, що робить її ідеальним вибором для екстреного та швидкого укріплення позицій.

Бетонні (залізобетонні) конструкції є основою для капітальних фортифікаційних споруд на ешелонованих лініях оборони. Ключова перевага — найвища живучість. Збірні залізобетонні плити забезпечують максимальний захист від більшості видів артилерійських боєприпасів та уламків. Недолік — критична залежність від механізації. Через значну вагу бетонні елементи неможливо встановити вручну, що обмежує їх застосування на передовій. Призначені для другої та третьої ліній оборони, де є можливість для тривалого будівництва та логістичного забезпечення важкою технікою.

Інноваційні підходи (наприклад, заглиблення захисної товщі) дозволяють зменшити помітність таких масивних споруд. Металеві конструкції сталеві арки чудово працюють проти осколків і вибухової хвилі, особливо коли вони глибоко заглиблені та покриті значним шаром ґрунту, що є стандартною вимогою для бліндажів. Ключовою перевагою є висока конструктивна міцність, що дозволяє витримувати великі навантаження ґрунту. Це модульний матеріал, що пришвидшує монтаж, і дозволяє створювати довговічні та герметичні перекриті щілини та бліндажі. Основна проблема — логістична складність. Транспортування великих арочних елементів є дорогим і вимагає відповідного транспорту.

Отже раціональна система одягу крутості траншей у сучасній війні, згідно з актуальною військовою літературою, полягає у розумному поєднанні матеріалів. Вона віддає перевагу швидкому і дешевому дереву для лінійної стабілізації ґрунту, але робить ставку на гофровану сталь, як основу для життєво важливих елементів, протиосколкових укриттів, і використовує сітку рабиця для швидкого створення локальних захисних бар'єрів та захисту від FPV-дронів. Це дозволяє досягти оптимального балансу між швидкістю, вартістю та рівнем захисту, що є ключовим для збереження життя в умовах сучасної війни.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГРУНТОВИХ УМОВ ПРИ ТИМЧАСОВОМУ ВІДНОВЛЕНІ
Некlesa В. В., керівник доц. Гернич М. В.
Український державний університет науки і технологій.

Інженерні вишукування для будівництва є видом науково-технічної діяльності що забезпечує вивчення природних і техногенних умов територій та ділянок об'єктів будівництва.

Особливе значення ці роботи мають у випадках термінового відновлення руху транспорту на ділянках доріг із зруйнованими штучними спорудами, коли зводиться або відновлюється споруда в умовах обмеженого часу, нестачі технічних ресурсів також під впливом несприятливих факторів (паводок, техногенні аварії, бойові дії та інші). В сучасних умовах є нагальна потреба в проведенні геологічної розвідки у максимально стислі терміни.

Під час будівництва тимчасових мостів головним завданням геологічної розвідки є визначення інженерно-геологічних умов ділянки місцевості, характеристик ґрунтів та стану берегових схилів для забезпечення стійкості опор і безпечної експлуатації споруди.

Для отримання попередньої інформації про геологічні умови району будівництва використовують топографічні карти 1:200000, на зворотній стороні якої вказана довідка про місцевість, також схематично вказані характерні ґрунти та глибина їх залягання, наявність розломів, склад порід, типи ґрунтів та інших геологічних утворень. Так як територія України є достатньо вивченою та розвіданою для вивчення району будівництва також використовують геологічні карти та атласи. Зазначена інформація дає змогу зрозуміти загальні характеристики ґрунтів, що часто є недостатнім для якісного прийняття рішення на використання тимчасових конструкцій штучних споруд.

Для більш якісного визначення геологічних умов використовують метод «шурфування» принцип якого полягає у видаленні верхнього шару ґрунту або породи на невеликій площі, виконується в ручну або з використанням механізмів. Перевагами цього методу є простота та швидкість виконання, не потребує спеціального обладнання. Як недолік можна виділити обмежену глибину розвідки (1-2 метри), що не дає детальної інформації про шари ґрунту на всю глибину залягання фундаментів.

Щоб визначити геологічні умови на більшій глибині на виконують буріння шпурів (свердловин). Цей метод полягає у отриманні глибинних зразків ґрунту або породи за допомогою бурових установок. Це дозволяє отримати точні данні про склад ґрунтів на різних глибинах, дає можливість проводити лабораторні дослідження зразків, може охоплювати значну глибину. Недоліком методу є потреба у спеціальному обладнанні та навченому персоналу.

Такі методи геологічної розвідки і лабораторні дослідження займають від кількох днів до кількох тижнів. Часові показники цих методів знижують оперативність ухвалення технічних рішень, призводять до економічних втрат та ускладнюють планування подальших робіт, проблема полягає у визначенні та впровадженні таких методів геологічної розвідки, які дозволяють мінімізувати витрати часу та забезпечити достатній рівень достовірності даних для проектування й організації взведення тимчасових споруд.

Для об'єктів підвищеного рівня відповідальності, а також при виконанні геологічної розвідки у складних умовах можуть застосовуватись методи та технічні засоби, які не передбачені нормативними документами.

Розглянемо застосування комбінованого підходу. Попереднє зонування для виділення пріоритетних ділянок і георадарне (GPR) обстеження для швидкого

отримання детальних даних про підповерхневу будову. Це дає можливість в короткий термін сформувати карту пріоритетів та суттєво зменшити обсяг необхідних свердловин. Метою є розробити оперативну методику геологічної розвідки, що забезпечує швидке виділення пріоритетних зон для подальших робіт, отримання достовірних даних про поверхневу будову без масового буріння і без очікування повних лабораторних результатів, тобто замінити первинні етапи описані раніше.

Тому для досягнення мети передбачається поєднання методу зонування та георадарного обстеження для безконтактного швидкого отримання відомостей про неглибокі підповерхневі структури.

Зонування передбачає розподіл досліджуваної площі на окремі ділянки, які відрізняються за характеристиками. На основі спостережень формується карта зональної неоднорідності, де позначаються ділянки з різним ступенем стійкості, підтоплення, або небезпечних зсувів. Етап дозволяє визначити межі зон з різними ґрунтовими умовами, скоротити обсяг бурових робіт, сконцентрувати детальні дослідження у потенційно небезпечних місцях.

Георадарна технологія передбачає використання електромагнітних хвиль для отримання безконтактного зображення підповерхневої структури ґрунтів. Під час руху антени по поверхні формується радарограма, яка відображає глибину залягання шарів, місця змін їхньої щільності, наявність пустот, підземних вод. Отримані результати дозволяють визначити ділянки для закладання фундаментів, перевірити межі зон виділених під час зонування.

Перший етап включає зонування території, супутникові знімки, цифрові моделі рельєфу, дані попередніх зйомок. За результатами цих даних територія ділиться на три зони: зона 1 (висока перспективність) наявність структурних аномалій що свідчать про можливу складну геологічну будову, зона 2 (середня перспективність) території з рівномірною будовою локальні відхилення, зона 3 (низька перспективність) стабільні ділянки без ознак геологічних ризиків.

Цей етап дозволив зменшити площу детального обстеження майже на 60%.

Другий етап включає: георадарне обстеження, подальші обстеження проводяться у зонах 1 та 2. Використано георадар з екрановими антенами у діапазоні 200-400 МГц, що забезпечує глибину проникнення 8-10 метрів при роздільній здатності 0,1-0,2 метра.

Третій етап включає цільові інструментальні роботи, на основі даних зонування визначено лише 5 свердловин для контрольного буріння замість 15 передбачених традиційною схемою, Лабораторний аналіз підтвердив достовірність георадарної інтерпретації на 85-90%.

Запропонована методика довела ефективність у випадках, коли вирішальним фактором є швидкість тримання геологічних даних її використання дозволяє забезпечити баланс між точністю, оперативністю та економічністю досліджень, що є критично важливим для задач швидкого відновлення інфраструктурних об'єктів та пришвидшеного введення в розробку перспективних ділянок. Тривалість дослідження скорочена з 4-5 тижнів до 10 діб, обсяг бурових робіт зменшений на 65%, сформовано інтегровану карту під поверхневої будови з виділенням зон ризику та пріоритетних ділянок для подальших робіт.

Переваги поєднання цих методів це скорочення термінів дослідження у 2-3 рази порівняно з методами про яких зазначили на початку, зменшення обсягу буріння, можливість роботи в складних умовах, отримання цифрової моделі геологічного середовища.

Недоліками є обмежена глибина проникнення у вологих і глинистих ґрунтах 3-5 метрів, для глибших шарів потрібно додаткове буріння, висока вартість обладнання.

Оперативна методика геологічної розвідки, що поєднує зонування та георадарне зонування, є ефективним інструментом для швидкої оцінки стану ґрунтів у період тимчасового відновлення або прискореного будівництва. Вона дозволяє оптимізувати процес відновлення об'єктів, забезпечити безпечне проектування фундаментів, а також раціонально використовувати ресурси при проведенні інженерних вишукувань.

ДОЦІЛЬНІСТЬ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОБРОБКИ ДЕРЕВ'ЯНИХ КОНСТРУКЦІЙ ПРИ ТИМЧАСОВОМУ ВІДНОВЛЕННІ МОСТІВ

Салівон О.Ю., керівник доц. Гернич М.В.

Український державний університет науки і технологій

Штучні транспортні споруди єдиної транспортної інфраструктури зазнали значних пошкоджень та руйнувань в наслідок війни росії проти України. Зважаючи на продовження бойових дій пріоритетним видом відновлення транспортних споруд є тимчасове відновлення по осі існуючої споруди або будівництво тимчасової споруди на ближньому обході від зруйнованої.

Тимчасове відновлення (будівництво) характеризується введенням певних обмежень по вантажопідйомності, габариту проїзду, швидкості руху, пропускній здатності та терміну експлуатації споруди.

Термін експлуатації штучних споруд при тимчасовому відновленні (будівництві) не перевищує 5-7 років. Використовуються інвентарні, типові конструкції та місцева сировинна.

В якості підручних, доступних матеріалів широко використовується деревина яка йде на спорудження фундаментів, опор, прогонових будов, облаштування проїзної частини та огорожувальних конструкцій.

Відповідно до ДБН В.2.3-22:2025 «Мости і труби основні вимоги проектування» встановлено проектний строк служби для відповідальних елементів моста, детально для відповідальних несних елементів споруд з облагородженої деревини - 50 років. Проектні строки служби другорядних елементів моста, детально дерев'яних елементів мостового полотна (з необлагородженої деревини) автодорожніх мостів - 5 років.

Облагородженою деревиною називається деревина яка пройшла відповідну обробку чи оздоблення (лакування, фарбування, просочення, термічна обробка, брашування тощо), які покращують її естетичні якості (колір, текстуру) та/або підвищують її довговічність та стійкість до зовнішніх факторів.

В Україні введені в дію нормативні документи які встановлюють порядок виготовлення та захисту дерев'яних конструкцій такі як:

- ДБН В.1.1-7 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги" – встановлює загальні вимоги до пожежної безпеки, включно з необхідністю вогнезахисту дерев'яних конструкцій;

- ДБН В.2.6-161:2017 "Дерев'яні конструкції. Основні положення" – містить вимоги до проектування та будівництва дерев'яних конструкцій, включаючи захист від гниття, загоряння та біологічних пошкоджень;

- НАПБ Б.01.012-2007 "Правила з вогнезахисту" – встановлює вимоги до проведення робіт з вогнезахисту, контролю якості та експлуатації вогнезахисних покриттів;

- ДСТУ 4479:2005 "Речовини вогнезахисні водорозчинні для деревини. Загальні технічні вимоги та методи випробування" та інші стандарти, що стосуються якості та методів випробування захисних засобів (антисептиків, антипіренів).

Для забезпечення найвищої якості та довготривалої ефективності спеціальної обробки деревина повинна бути сухою, очищеною від бруду, пилу та старих покриттів,

а її вологість не повинна перевищувати 15-20%, при цьому найбільш оптимальним вважається показник не вище 15%.

В умовах швидкісного відновлення (будівництва) штучних транспортних споруд майже неможливо забезпечити підрозділи деревиною відповідної вологості, найчастіше використовується свіжоспиляна деревина, вироби та конструкція з неї.

Тут важливо розділити види обробки: на обробку проти гниття, вологості і інших атмосферних і біологічних впливів і на протипожежну обробку.

Зважаючи на термін експлуатації тимчасових споруд (5-7 років), проектні строки служби необлагородженої деревини (5 років), та вимоги до вологості деревини при обробку що підвищує довговічність дерев'яних конструкцій проводити недоцільно.

В той же час для забезпечення вогнезахисту обробка є обов'язковою.

Відмова від повноцінного технологічного просочення для довговічності дозволяє істотно скоротити час на підготовку матеріалів (виключення сушіння) та зменшити фінансові витрати на дорогі антисептичні склади, які, по суті, не спрацюють ефективно на вологій деревині. Це забезпечує раціональне використання обмежених ресурсів.

ПОБУДОВА ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ РЕЛЬЄФУ ЗА ДОПОМОГОЮ LIDAR

Волокита В.В., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.
Український державний університет науки і технологій

LiDAR (Light Detection and Ranging) — сучасна технологія дистанційного зондування, що базується на принципі активного оптичного сканування, вимірюючи час, за який світло повертається до датчика, система може з високою точністю визначити координати точок на поверхні. LiDAR активно використовується для побудови цифрових моделей рельєфу (ЦМР), тому що має високу точність та деталізацію. Ці системи зондування можуть встановлюватися на автомобільному, повітряному транспорті та навіть переносних пристроях, що розширює сферу їх використання.

Принцип роботи LiDAR полягає у випромінюванні лазерних імпульсів та вимірюванні часу їх відбиття від поверхні об'єкта. Також LiDAR-системи інтегруються з GPS та іншими навігаційними системами, що дозволяє точно визначати положення кожної точки у просторі. Програмне забезпечення має дуже важливу роль при обробці даних.

В наш час LiDAR-технологія використовується разом з безпілотними літальними апаратами, що збільшує швидкість отримання даних та сильно здешевлює вартість роботи, на відміну від традиційних методів топографічної зйомки, тому що збирає, оброблює дані з великих територій та може працювати у важкодоступних районах.

Технологія LiDAR має певні переваги: висока точність, просторове розрізнення та детальність, можливість збирання інформації навіть через густу рослинність та на великих територіях за короткий час, швидкий моніторинг поверхонь, інтеграція з іншими геоінформаційними технологіями та просторовими базами даних, автоматизація та швидка обробка даних. Недоліками є: висока вартість обладнання та програмного забезпечення, але вони компенсуються якістю та швидкістю отриманих результатів.

Сфери застосування технології LiDAR:

- геоморфологічні дослідження та вивчення процесів рельєфоутворення;
- гідрологічне моделювання (визначення водозборів, русел, паводкових зон);
- проектування інженерної інфраструктури (доріг, мостів, трубопроводів);

- моніторинг стану довкілля та запобігання надзвичайним ситуаціям;
- лісове господарство (визначення висоти та густоти насаджень, біомаси);
- археологія, де LiDAR дозволяє виявляти приховані об'єкти під рослинністю;
- міське планування та розвиток інфраструктури;
- картографування (створення топографічних карт з високою точністю).

Використання LiDAR-систем збільшує точність побудови цифрових моделей рельєфу, забезпечуючи детальне відображення поверхні Землі навіть у складних природних умовах. На відміну від класичних методів геодезичних знімачів, технологія дає можливість швидко збирати просторову інформацію на великих площах і створювати на її основі високоточні цифрові моделі. Завдяки своїм перевагам LiDAR став одним із ключових інструментів сучасної геодезії, картографії, гідрології, а також природоохоронних досліджень. Подальший розвиток цієї технології, зокрема поєднання з методами штучного інтелекту для автоматизованої обробки даних, відкриває нові перспективи у сфері аналізу рельєфу та просторового моделювання.

ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ГЕОДЕЗИЧНИХ ДАНИХ

Гуденко Я.Ю., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Геодезія — це високотехнологічна галузь, що використовує цифрові інструменти для збору, обробки та аналізу даних. Сучасний геодезист під час виконання роботи у всіх етапах від створення топографічної карти до 3D-моделі ділянки використовує програмне забезпечення (ПЗ), котре дозволяє значно підвищити точність, скоротити час обробки інформації та створювати якісні картографічні матеріали.

Основні переваги використання ПЗ: автоматизація процесів і значне зменшення ручної роботи; підвищення точності обчислень і зменшення похибок; можливість інтеграції даних із різних джерел (GNSS, дрони, лазерне сканування); багатофункціональність та можливість адаптації під конкретні завдання; зручна візуалізація результатів у вигляді 2D-карт та 3D-моделей.

Сучасні тенденції розвитку геодезичного ПЗ включають: використання хмарних сервісів для збереження та обробки великих масивів даних; розвиток мобільних додатків, що дозволяють працювати з геоданими безпосередньо в полі; інтеграція з безпілотними літальними апаратами для оперативного отримання аерознімків; впровадження технологій штучного інтелекту та машинного навчання для автоматичного розпізнавання об'єктів; застосування 3D моделювання у будівництві та проектуванні.

Найбільш поширені програмні продукти у сфері геодезії:

- AutoCAD Civil 3D (застосовується для проектування, побудови планів, профілів та обробки топографічних зйомок);
- Trimble Business Center та Leica Geo Office (призначені для обробки даних GNSS-приймачів і тахеометрів, виконання координатних перетворень, регулювання мереж і формування звітів);
- ArcGIS та QGIS (геоінформаційні системи для просторового аналізу, створення картографічних матеріалів та управління базами геоданих. QGIS є безкоштовною та відкритою альтернативою);
- Pix4D та Agisoft Metashape (сучасні рішення для обробки аерофотознімків, побудови ортофотопланів, 3D-моделей рельєфу та об'єктів інфраструктури);
- Surfer (для побудови цифрових моделей рельєфу та виконання просторового аналізу);

- MicroStation (використовується для інженерного проектування, обробки картографічних даних і геодезії);
- CREDO (вітчизняний комплекс програм для геодезії, дорожнього будівництва та проектування інфраструктурних об'єктів);
- ТороL та MapInfo (системи, орієнтовані на створення карт, управління геоданими та їх інтеграцію у ГІС).

Використання програмного забезпечення для обробки геодезичних даних є невід'ємною складовою сучасної практики геодезиста. Воно дозволяє ефективно збирати, систематизувати та аналізувати інформацію про місцевість, що особливо важливо у будівництві, землевпорядкуванні, картографії та моніторингу територій.

ПРИНЦИП РОБОТИ RTK-МЕТОДУ ТА ЙОГО ТОЧНІСТЬ

Гончар С.О., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Супутникові технології визначення координат стали невід'ємною частиною сучасної геодезії та суміжних сфер діяльності. Серед них особливе місце займає RTK (Real-Time Kinematic) – метод високоточного позиціонування в реальному часі. Завдяки йому можна отримати координати з точністю до кількох сантиметрів без тривалих постобробок даних, що суттєво підвищує ефективність робіт. RTK знайшов застосування у топографії, кадастрових зйомках, будівництві, землевпорядкуванні, сільському господарстві та навіть у навігаційних системах безпілотного транспорту.

Принцип дії RTK полягає в корекції сигналів GNSS (GPS, GLONASS, Galileo тощо) у режимі реального часу. Базова станція, координати якої відомі з високою точністю, приймає сигнали супутників і визначає похибки їх поширення. Ці поправки у вигляді диференціальної інформації передаються через радіомодем або мережу Інтернету до рухомого приймача – ровера. Після застосування поправок ровер може визначати свої координати з точністю у межах 1–2 см у плані та до 2–3 см по висоті.

Основні джерела похибок у супутникових вимірюваннях – це іоносферні та тропосферні затримки сигналів, орбітальні неточності, багатопроменевість (multipath), а також похибки самих супутникових епімерид. Використання RTK дає змогу мінімізувати ці впливи, оскільки похибки для базової станції та ровера мають подібний характер і можуть бути враховані через диференційну корекцію.

Переваги RTK-методу: висока точність (результати зйомки та навігації досягають сантиметрового рівня); оперативність (координати визначаються в режимі реального часу, без додаткової обробки); універсальність застосування (метод використовується у геодезії, агротехнологіях, будівництві, управлінні технікою та навіть у робототехніці); можливість роботи в складних умовах (сучасні мережі базових станцій забезпечують корекцію навіть у містах та лісових масивах).

Попри свої переваги, метод має і певні обмеження. По-перше, необхідний стабільний канал зв'язку між базовою станцією та ровером. У випадку втрати сигналу точність значно знижується. По-друге, ефективна дальність дії RTK зазвичай не перевищує 40–50 км від базової станції, хоча використання мережі станцій (NRTK) дає змогу збільшити цю відстань. Крім того, щільна міська забудова або густі насадження можуть спричиняти додаткові похибки через ефект багатопроменевості.

У багатьох країнах створюються постійно діючі референсні станції (CORS), які передають поправки через мобільний Інтернет. Це суттєво спрощує роботу, адже користувачу не потрібно встановлювати власну базову станцію – достатньо підключитися до мережі. У сільському господарстві RTK використовується для точного водіння тракторів та комбайнів, що дозволяє зменшити витрати пального та

насіння. У будівництві технологія забезпечує високу точність розбивочних робіт.

RTK-метод – це один із найефективніших способів отримання точних координат у реальному часі. Його використання значно підвищує продуктивність і якість робіт у різних галузях. Попри певні обмеження, розвиток мобільних мереж та створення постійно діючих базових станцій робить RTK дедалі доступнішим і надійнішим.

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ У РОБОТІ ГЕОДЕЗИСТА

Кіліч Деніз, керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Геоінформаційна система (ГІС) - це потужний комплекс робіт для збору, зберігання, аналізу та візуалізації просторових (географічних) даних, завдяки котрим можна отримати детальну інформацію про об'єкти на карті. ГІС активно використовується в геодезії, кадастрі, екології, та багатьох інших сферах.

Для роботи ГІС потрібна взаємодія кількох основних компонентів:

- апаратне забезпечення (фізичні пристрої, такі як комп'ютери, сервери, GPS-приймачі, сканери, які використовуються для введення, обробки та виведення даних);
- програмне забезпечення (спеціальні програми: ArcGIS, QGIS, MapInfo, які надають інструменти для управління, аналізу та візуалізації просторової інформації);
- дані (найважливіший компонент, що складається з просторових даних, що представляє геометрію об'єктів у вигляді точок, ліній і полігонів та атрибутивних даних, що мають опис характеристик об'єктів, наприклад, назва вулиці, висота будівлі);
- користувачі (фахівці, які використовують ГІС для виконання конкретних завдань - від картографів до інженерів та фахівців із міського планування);
- методи (процедури, алгоритми та послідовності дій, які застосовуються для аналізу даних і вирішення певних проблем).

Основні етапи роботи геодезиста при використанні ГІС:

- планування та підготовка до польових робіт (аналіз території, визначення оптимальних маршрутів та місць встановлення геодезичних пунктів з урахуванням видимості та доступності, прив'язки до Державної геодезичної мережі);
- польовий етап та збір даних за допомогою електронного тахеометра, GNSS-приймачів, мобільних ГІС-додатків);
- камеральна обробка та аналіз даних (створення на оновлення планів та карт, цифрова модель місцевості та поверхні, обчислення об'ємів, аналіз ухилів);
- виконання спеціальних завдань з використанням ГІС (створення цифрових кадастрових планів територій, визначення меж земельних ділянок, моніторинг деформацій споруд).

ГІС моделюють реальний світ за допомогою цифрових даних, використовуючи два основні типи моделей:

- **векторна модель.** Об'єкти представляються у вигляді геометричних фігур — точок (наприклад, світлофор), ліній (дороги) та полігонів (місто, озеро). Ця модель ідеально підходить для зображення дискретних об'єктів з чіткими межами;
- **растрова модель.** Простір ділиться на сітку пікселів, де кожен піксель має певне значення (наприклад, висота, температура, тип ґрунту). Ця модель краще підходить для представлення неперервних явищ, таких як рельєф або температура повітря.

Завдяки ГІС можна не лише ефективно зберігати й обробляти дані, але й візуалізувати їх, роблячи зрозумілими для широкого загалу, що сприяє прийняттю більш обґрунтованих рішень. ГІС — це не просто інструмент для побудови карт, а потужне середовище для прийняття управлінських рішень на основі просторового

аналізу. Вона перетворила геодезиста з виконавця, що просто збирає координати, на фахівця, здатного керувати геопросторовими даними на всіх етапах — від збору до аналізу та представлення кінцевому замовнику. Таким чином, ГІС є природним продовженням та логічним розвитком геодезичних технологій у цифрову епоху.

ВПЛИВ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРІВ

Попов Д.С., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Супутникові системи, також відомі як GNSS (Global Navigation Satellite Systems), стали ключовою технологією в сучасній геодезії. Вони забезпечують глобальне позиціонування та є основою для високоточних геодезичних вимірювань, дозволяючи визначати координати об'єктів на поверхні Землі з точністю до міліметрів. Ця технологія кардинально змінила традиційні методики, що базувалися на наземних вимірюваннях. Проте, незважаючи на їхню ефективність, на точність GNSS-вимірювань впливають різні чинники.

Існує чотири основні глобальні системи, які забезпечують покриття по всій планеті:

- **GPS (США).** Найстаріша та найвідоміша система, що досі є стандартом для багатьох застосувань.

- **GLONASS (Росія).** Друга за поширеністю система, особливо важлива для підвищення точності в полярних регіонах.

- **Galileo (ЄС).** Новіша система, створена з метою незалежності від військових систем та забезпечення високої точності.

- **BeiDou (Китай):** Активно розвивається та вже надає глобальне покриття.

Кожна з цих систем має свої унікальні характеристики: кількість супутників, орбітальні угруповання та формати сигналів. Одночасне використання даних від кількох систем (мультисистемні приймачі) значно підвищує надійність та точність вимірювань, оскільки збільшується кількість доступних супутників.

Точність супутникових вимірювань залежить від низки факторів, які можуть викликати похибки:

- мультипас (відбиття сигналу від будівель, дерев або інших об'єктів).

- іонізація атмосфери (спотворення сигналу при проходженні крізь іоносферу, яка містить заряджені частинки).

- орбітальні похибки (неточність положення супутників, що виникає через неідеальне моделювання їхніх орбіт).

- часові зсуви (невеликі розбіжності в синхронізації годинників на супутниках і приймачах. Хоча годинники на супутниках надзвичайно точні, навіть мікроскопічні похибки можуть впливати на кінцевий результат).

Для виправлення цих похибок використовуються різноманітні технологічні та програмні методи:

- використання диференційних поправок (метод, при якому дані від базової станції з відомими координатами використовуються для корекції похибок приймачів на об'єкті);

- RTK (Real-Time Kinematic) та PPP (Precise Point Positioning) методи. RTK дозволяє досягати сантиметрової точності в режимі реального часу, використовуючи радіозв'язок між базовою станцією та рухомим приймачем. PPP досягає високої точності, використовуючи глобальні поправки, що транслюються через супутник.

- застосування двочастотних приймачів (приймачі можуть отримувати сигнали на двох різних частотах (L1 та L2 або інших), що дозволяє ефективно моделювати та

усувати іоносферні похибки).

Супутникові системи мають певні обмеження, правильне використання технологій та методів корекції, дозволяє досягати винятково високої точності у геодезичних вимірюваннях. Постійний розвиток GNSS-технологій відкриває нові можливості для картографії, будівництва, сільського господарства та багатьох інших сфер, роблячи точне позиціонування доступним для широкого кола користувачів.

ЗАСТОСУВАННЯ GNSS У ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРЮВАННЯХ

Присянюк А.Г., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS) стали невід'ємною частиною сучасної геодезичної практики. Вони забезпечують високу точність позиціонування у глобальних координатних системах, що відкриває нові можливості для інженерної, кадастрової, топографічної та інших видів геодезії. GNSS-технології значно підвищили ефективність геодезичних робіт, зробивши їх доступнішими, точнішими та менш трудомісткими.

GNSS включають такі системи, як GPS (США), GLONASS (Росія), Galileo (ЄС) та BeiDou (Китай). Сучасні геодезичні приймачі є мультисистемними, що значно покращує надійність та точність вимірювань за рахунок використання більшої кількості супутників.

Принцип роботи GNSS: базується на трилатерації — визначенні відстані від приймача до щонайменше чотирьох супутників. Для досягнення геодезичної точності використовуються два основні типи вимірювань:

- кодові вимірювання (менш точний метод, заснований на аналізі часу проходження псевдовипадкового коду, що використовується в повсякденній навігації).
- фазові вимірювання (високоточний метод, який аналізує фазу несучої частоти сигналу, котра забезпечує міліметрову точність, необхідну в геодезії).

У геодезії GNSS застосовується для широкого спектра завдань:

- побудови геодезичних мереж;
- кадастрових зйомок;
- перенесення проекту в натуру;
- контролю деформацій споруд, моніторингу мостів та дамб.

Методи, які визначають точність та швидкість роботи:

- статика (найточніший метод, що вимагає тривалих сеансів вимірювань для подальшої постобробки даних);
- RTK (Real-Time Kinematic - метод, що забезпечує точність у режимі реального часу за рахунок використання коригуючих поправок від базової станції);
- мережевий RTK (вдосконалена версія RTK, що використовує дані від цілої мережі базових станцій, що покращує стабільність та точність вимірювань на великих територіях).

Основні переваги GNSS-технологій — це висока швидкість вимірювань, мобільність та незалежність від видимості між точками.

Недоліками є:

- перешкоди (сигнали можуть бути заблоковані або ослаблені високими будівлями ефект "міського каньйону", густою рослинністю чи іншими перешкодами);
- атмосферні впливи (іоносфера та тропосфера можуть змінювати шлях проходження сигналу, що впливає на точність, при сучасному обладнанні мінімізуються ці похибки).

У майбутньому очікується ще більша інтеграція GNSS-технологій з безпілотними літальними апаратами, що значно прискорює картографування, а також з

штучним інтелектом та ГІС (геоінформаційними системами). Такі технології дадуть змогу автоматизувати процеси збору та аналізу даних, що відкривають нові горизонти для геодезичної науки та практики.

ІНТЕГРАЦІЯ ДРОНІВ У ГЕОДЕЗИЧНУ ПРАКТИКУ

Слободянюк Я.В., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

У XXI столітті розвиток цифрових технологій докорінно змінює методи збору, обробки та аналізу просторової інформації. Геодезія, як наука, що забезпечує точність вимірювань земної поверхні, не є винятком. Традиційні геодезичні методи, засновані на використанні тахеометрів, нівелірів, хоча й забезпечують високу точність, проте часто є трудомісткими, затратними за часом і не завжди ефективними для масштабних або важкодоступних територій. У сучасній геодезії використання інноваційних технологій стає ключовим чинником підвищення точності та ефективності.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) дають змогу швидко отримувати просторові дані, що значно оптимізує традиційні методи зйомки. Вони активно впроваджуються у земельний кадастр, містобудування, гірничу справу та природоохоронні дослідження. БПЛА кардинально змінили методику збору геопросторових даних. Вони стали ефективним інструментом для аерофотознімання, 3D-моделювання та моніторингу територій.

Геодезичні дрони оснащуються високоточними камерами, GNSS-приймачами та іноді - LiDAR-сенсорами. Зібрані дані використовуються для створення: ортофотопланів; цифрових моделей рельєфу; тривимірних моделей об'єктів.

Історичний розвиток застосування дронів у геодезії:

- 2000-ні роки – перші спроби використання БПЛА у картографії та моніторингу.
- 2010–2015 – поява доступних комерційних дронів із камерами високої роздільної здатності.
- після 2015 року – інтеграція GNSS та LiDAR-технологій, що підвищило точність зйомки.

Зараз дрони є невіддільною частиною геоінформаційних систем (ГІС).

Сфери практичного застосування:

- топографічна зйомка (швидке створення карт великих територій);
- будівництво та інженерія (контроль геометрії споруд, моніторинг прогресу будівництва);
- сільське господарство (моніторинг стану посівів, оцінка врожайності);
- екологічні дослідження (моніторинг лісів, річок, змін у довкіллі);
- гірничодобувна промисловість (розрахунок обсягів видобутку, 3D-моделі кар'єрів);
- містобудування та кадастр (контроль забудови, актуалізація меж земельних ділянок).

Основні переваги застосування БПЛА: висока деталізація; швидкість охоплення великих площ; безпека (зйомка в небезпечних або важкодоступних районах); економія часу: зйомка великих площ займає години замість тижнів; мінімізація людського фактору: автоматична обробка даних у ГІС; універсальність: сумісність із сучасними програмними платформами. Недоліками вважаються: залежність від погодних умов; потреба в дозволах на польоти; висока вартість обладнання; законодавче регулювання; технічні фактори (обмеження польотного часу, залежність від погоди, необхідність кращих акумуляторів); вартість обладнання.

Інтеграція дронів у геодезію значно підвищила ефективність і точність

знімальних робіт. З розвитком технологій та автоматизації ця сфера має значний потенціал для подальшого зростання. Дрони є потужним інструментом у геодезії, який вже сьогодні змінює підходи до збору просторових даних. Їх використання робить роботу геодезистів швидшою, точнішою та безпечнішою. У майбутньому можна очікувати ще більшої інтеграції дронів із ГІС, штучного інтелекту та хмарними технологіями для автоматизованого аналізу даних.

АВТОМАТИЗОВАНІ ТАХЕОМЕТРИ В СУЧАСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

Соколішин Є.О., керівник ст. викл. Краснощок С.Л.

Український державний університет науки і технологій

Автоматизовані тахеометри (роботизовані або моторизовані) — це сучасні електронні геодезичні прилади, що революційно змінили підходи до виконання вимірювальних робіт у будівництві. Ці високотехнологічні інструменти значно спростили та пришвидшили процес геодезичних вимірювань, забезпечуючи при цьому високий рівень точності та надійності результатів. Розвиток сучасних технологій призвів до створення приладів, які здатні працювати автономно, мінімізуючи потребу в постійному контролі з боку оператора.

Сучасні автоматизовані тахеометри характеризуються широким спектром технічних можливостей. Вони здатні самостійно наводитися на ціль завдяки технології Active Tracking з можливістю автоматичного відстеження рухомих об'єктів, що особливо важливо при моніторингу будівельних процесів. Система цифрового зберігання вимірювальної інформації дозволяє створювати комплексні бази даних, які можуть бути інтегровані з іншими системами управління проектами. Бездротова передача даних через протоколи Bluetooth або Wi-Fi забезпечує миттєвий доступ до результатів вимірювань на віддалених робочих станціях. Можливість роботи з одним оператором суттєво скорочує потребу в персоналі та знижує загальні витрати на геодезичні роботи. Крім того, сучасні моделі інтегруються з GNSS-системами та спеціалізованим програмним забезпеченням для комплексної обробки геодезичних даних.

Впровадження автоматизованих тахеометрів у будівельну практику забезпечує ряд суттєвих переваг, які кардинально змінюють підходи до геодезичного забезпечення будівництва. Передусім, значно зменшується вплив людського фактору на якість вимірювань, що підвищує загальну надійність геодезичних робіт та зменшує ймовірність виникнення помилок через неуважність або втому персоналу. Продуктивність праці зростає в 2-3 рази порівняно з традиційними методами, що особливо важливо для великих будівельних проектів з жорсткими термінами виконання. Висока точність вимірювань, що досягає 1-2 міліметрів, дозволяє виконувати найскладніші геодезичні задачі, включаючи прецизійні вимірювання деформацій споруд, контроль вертикальності та горизонтальності конструкцій. Функція автоматичного ведення цілі забезпечує безперервність вимірювального процесу навіть при роботі з рухомими об'єктами, що критично важливо для моніторингу динамічних процесів на будівельному майданчику.

Автоматизовані тахеометри представляють собою перспективний напрямок розвитку геодезичного приладобудування, який визначає майбутнє галузі. Їх використання в сучасному будівництві сприяє підвищенню якості, швидкості та безпеки виконання геодезичних робіт, що особливо важливо в умовах зростаючої складності будівельних проектів. Попри високу вартість та певні технічні обмеження, ці прилади поступово стають стандартом для великих будівельних проектів, де критично важливі точність та продуктивність вимірювань. Економічна ефективність їх

використання проявляється через зменшення витрат на персонал, скорочення термінів виконання робіт та підвищення якості кінцевого продукту. Подальший розвиток технологій штучного інтелекту та машинного навчання обіцяє ще більше розширити можливості автоматизованих тахеометрів, зробивши їх ще більш доступними та ефективними для широкого кола користувачів.

ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ ПІДРОЗДІЛОМ У КОЛІЙНОМУ ГОСПОДАРСТВІ В МИРНИЙ ЧАС ТА ОСОБЛИЙ ПЕРІОД

**Лікаренко А.Ю., керівник ст. викл. Гудімов В.В.,
Український державний університет науки і технологій**

Правила безпеки праці під час виконання робіт у колійному господарстві встановлюють обов'язкові вимоги охорони праці дисципліни та організації роботи для всіх працівників які здійснюють будівництво утримання ремонт і технічне обслуговування залізничних колій стрілочних переводів мостів переїздів водовідвідних споруд та інших елементів колійного господарства. Ці правила поширюються на всі підприємства незалежно від форми власності які виконують такі роботи.

До виконання колійних робіт допускаються лише особи не молодші вісімнадцяти років які пройшли попередній медичний огляд не мають протипоказань до фізичних навантажень та роботи у польових умовах і пройшли навчання з питань охорони праці і перевірку знань вимог безпеки. Працівники віком до вісімнадцяти років не можуть виконувати роботи пов'язані з рухом поїздів сильними вібраціями підвищеною небезпекою отруйними речовинами або роботами на висоті.

Перед допуском до самостійної роботи працівник проходить вступний інструктаж на підприємстві первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці а також стажування під керівництвом досвідченого працівника. Після цього комісія проводить перевірку знань з охорони праці та електробезпеки. Працівникам які обслуговують електрифіковані ділянки надається група допуску з електробезпеки відповідно до вимог нормативних актів.

Кожен працівник зобов'язаний користуватися засобами індивідуального захисту які безоплатно видає підприємство. Це спецодяг спецвзуття захисні рукавиці каска сигнальний жилет помаранчевого кольору зі світловідбивними смугами окуляри або щиток при роботі з електроінструментом. Працівник повинен утримувати їх у справному стані і користуватися постійно під час виконання будь-яких робіт на колії.

Місце виконання робіт повинно бути заздалегідь огорожене та позначене попереджувальними знаками сигнальними прапорцями або вогнями. Керівник робіт забезпечує виставлення сигналістів які контролюють наближення поїздів і попереджають бригаду про небезпеку. Всі працівники зобов'язані пересуватись узбіччям або по спеціальних проходах поза колією триматися на відстані не менше двох метрів від крайньої рейки. При наближенні поїзда роботи негайно припиняються і всі працівники відходять на безпечну відстань. При цьому заборонено стояти на рейках сидіти на шпалах або ходити по колії у навушниках чи з предметами які знижують уважність.

Категорично забороняється переходити колію безпосередньо перед поїздом пролазити під вагонами стояти між вагонами або на зчіпках ходити по стрілочних переводах та мостах без дозволу керівника робіт або чергового по станції. Працівники не мають права перебувати в зоні обмеженої видимості без супроводу сигналіста або без засобів сигналізації.

У темну пору доби в тумані або під час сильного снігопаду на місці робіт

виставляються сигналісти зі світловими ліхтарями або звуковими сигналами. Відповідальний керівник повинен організувати зв'язок між сигналістами і бригадою за допомогою радіостанцій або спеціальної сигналізації.

Керівник робіт відповідає за загальну безпеку організовує огороження місця виконання перевіряє стан інструменту та правильність розміщення матеріалів контролює щоб нічого не лежало близько до колії що може створювати небезпеку руху або спричинити сід поїзда. При наближенні рухомого складу керівник повинен припинити роботи дати сигнал про відхід людей перевірити що всі відійшли на безпечну відстань і тільки після проходження поїзда дозволяти продовження робіт

На швидкісних ділянках де поїзди рухаються зі швидкістю понад сто сорок кілометрів на годину роботи дозволяється виконувати лише під час технологічних «вікон» коли рух поїздів тимчасово припиняється. Якщо роботу необхідно виконувати без зупинки руху то встановлюються додаткові заходи безпеки виставляються сигнали зменшення швидкості попередження сигналісти з радіозв'язком. Працівники повинні припинити роботу не пізніше ніж за десять хвилин до проходу поїзда і відійти не менш ніж за п'ять хвилин на відстань чотири метри при швидкості до ста шістдесяти і п'ять метрів при швидкості до двохсот кілометрів на годину.

При виконанні немеханізованих колійних робіт бригада повинна бути огорожена сигналами безпеки на відповідній відстані. В якості сигналістів можуть бути призначені лише досвідчені монтери не нижче третього розряду які добре знають сигнали та порядок пропуску поїздів. Інструменти мають зберігатися у спеціально відведеному місці щоб не перешкоджати руху і не залишатися на колії після закінчення зміни. Заборонено подовжувати ключі іншими інструментами бити по ключу молотком або застосовувати несправний інструмент.

Під час виконання робіт із застосуванням механізмів або електроінструментів необхідно стежити щоб кабелі не торкались рейок не мали пошкоджень ізоляції а електроживлення подавалось лише після дозволу відповідальної особи. Заборонено торкатися електричних частин руками або металевими предметами без ізоляції.

Усі працівники зобов'язані знати сигнали безпеки порядок дій при наближенні поїзда та правила евакуації при аварійній ситуації. При отриманні травми або при виявленні несправності колії працівник повинен негайно повідомити керівника робіт або чергового по станції.

Керівник робіт веде журнал обліку колійних робіт у якому зазначається місце час тривалість кількість працівників використана техніка погодні умови та особливості проведення робіт. Усі зміни умов праці або небезпечні ситуації повинні бути зафіксовані в цьому журналі.

Висновок : мета цих правил полягає в забезпеченні безпеки життя і здоров'я працівників запобіганні аваріям і травмам на колії підтриманні високої дисципліни та відповідальності кожного працівника за свої дії під час виконання робіт у колійному господарстві.

ВИКОНАННЯ ПІДРОЗДІЛОМ КОЛІЙНИХ РОБІТ В МИРНИЙ ЧАС ТА В ОСОБЛИВИЙ

Сембрат С.В., керівник ст. викл. Гудімов В.В.,

Український державний університет науки і технологій

Заходи безпеки під час виконання робіт у колійному господарстві (тобто на залізничних коліях та об'єктах інфраструктури) є критично важливими для запобігання нещасним випадкам та аваріям. Ось основні правила та заходи безпеки:

Ознайомлення з заходами безпеки.

Перед початком робіт кожен працівник повинен пройти інструктаж щодо заходів безпеки, дії в аварійних ситуаціях, а також знати порядок надання першої медичної допомоги. Ознайомлення з правилами охорони праці на конкретному об'єкті (наприклад, особливості роботи з електричними лініями або підвищеними ризиками на великій висоті).

Особистий захист

Робітники повинні носити засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), такі як:

Каска (для захисту від падіння предметів);

Захисний одяг (від можливих механічних пошкоджень);

Звукові сигнали або світловідбивні жилети (особливо на відкритих ділянках).

Захисне взуття, що не пропускає вологу, з металевими носками.

Респіратори або маски при роботах з пилом чи хімічними речовинами.

Контроль руху поїздів

Під час проведення робіт на коліях необхідно встановити обмеження або припинити рух поїздів, якщо це передбачено планом робіт. Це може включати блокування сигналів, взаємодію з черговими на станціях для забезпечення безпеки. Робітники повинні мати чітке інформування про наявність поїздів, зокрема за допомогою спеціальних радіостанцій або зв'язку з диспетчером.

Огороджі та попереджувальні знаки

Потрібно встановлювати попереджувальні знаки, сигнальні ліхтарі, а також огороження на місці робіт для уникнення потрапляння сторонніх осіб на небезпечні ділянки. Місця виконання робіт повинні бути добре освітлені, особливо вночі.

Перевірка технічного стану обладнання

Перед початком робіт необхідно перевірити справність усіх інструментів, машин та механізмів.

Перевірка наявності першої допомоги, вогнегасників, аптечок.

Операції з електричними мережами

Під час робіт поблизу електричних ліній та обладнання необхідно виконувати вимкнення електроживлення, а також дотримуватися заходів безпеки при роботах на висоті. Встановлення надійних заземлень та правильне використання ізоляційних матеріалів.

Безпека при виконанні земляних робіт

Потрібно перевірити стан ґрунту, на якому виконуються земляні роботи.

Забезпечити стабільність канав або траншей, уникаючи обвалів.

При глибоких котлованах необхідно встановлювати опори або спеціальні захисні конструкції.

Пожежна безпека

Перевірка наявності вогнегасників на робочих місцях.

Оскільки на колійних спорудах часто використовуються відкриті джерела вогню для виконання робіт, необхідно дотримуватися обережності, запобігаючи загорянням.

Безпека при роботах на висоті

Для виконання робіт на висоті (наприклад, на залізничних мостах) необхідно використовувати спеціальні засоби, такі як рятувальні пристрої, монтажні пояси, страхувальні канати.

Обов'язкова перевірка страхувальних засобів перед виконанням робіт.

Надання першої медичної допомоги

Потрібно забезпечити працівників аптечками, а також інструкціями з надання першої медичної допомоги.

Призначення відповідальних осіб за надання медичної допомоги в разі травмування.

Вимоги безпеки під час виконання робіт із застосуванням колійних машин і

механізмів

Не дозволяється після подачі сигналу на початок роботи знаходитись у зоні робочих органів машини, підлазити під машину, сідати або ставати на робочі органи машини. Відповідальним за виконання заходів безпеки працівників під час виконання робіт є керівник робіт, який призначається начальником структурного підрозділу.

Забезпечення безпеки при організації відновлювальних робіт у колійному господарстві є надзвичайно важливим аспектом як в мирний, так і в воєнний час. Різні обставини вимагають різних обох періодів.

У мирний час

Організаційні заходи

Призначення керівника та відповідальних за безпеку.

Проведення інструктажів особового складу з охорони праці.

Узгодження з черговим по станції чи диспетчером руху.

Технічні заходи

Використання справного інструменту, механізмів і спецтехніки.

Забезпечення особового складу засобами індивідуального захисту (каска, сигнальні жилети, рукавиці).

Сигналізація та огороження місця робіт (петарди, сигнальні щити, ліхтарі).

Виробничі заходи

Відведення людей і техніки з колії перед проходженням поїздів.

Заборона перебування сторонніх осіб у зоні робіт.

Чітке виконання технологічних карт і правил безпечного переміщення матеріалів.

У воєнний час

Додаткові організаційні заходи

Організація охорони та оборони району робіт.

Маскування техніки, людей і відновлюваної ділянки (сітки, природні укриття).

Розосередження особового складу і техніки для зменшення втрат у випадку обстрілу.

Технічні заходи

Використання броньованих чи захищених машин для доставки людей і матеріалів.

Обладнання укриттів або захисних споруд на ділянці відновлення.

Наявність у кожного військовослужбовця каски, бронежилета, аптечки, засобів РХБ-захисту.

Тактичні та безпосередні заходи

Виконання робіт у найкоротший час, зазвичай вночі або в умовах обмеженої видимості.

Організація спостереження за повітряною і наземною обстановкою.

Постійна готовність до припинення робіт і швидкої евакуації у разі загрози удару.

Висновок: У мирний час заходи безпеки в колійному господарстві спрямовані на запобігання виробничому травматизму та аваріям. У воєнний час вони посилюються вимогами маскування, охорони та захисту особового складу і техніки від дій противника.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ЗУСИЛЬ У ВУЗЛАХ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

Удовиченко Є.О., керівник доц. Давидов І.І.

Український державний університет науки і технологій

Актуальність теми та практична значимість

Однією з актуальних проблем при проектуванні сталевих конструкцій є правильне визначення розподілу зусиль у складних вузлах конструкцій, у яких сходяться кілька елементів - балки, колони, фасонки, зв'язки. Вузли забезпечують просторову жорсткість і несучу здатність конструкцій, тому від точності їх розрахунку

залежить надійність усього об'єкта. На практиці спостерігається невідповідність між розрахунковими та фактичними напружено-деформованими станами елементів вузлів, особливо в конструкціях, що піддаються динамічним або імпульсним навантаженням [3]. Це зумовлює потребу в уточненні методів оцінки розподілу зусиль між окремими елементами вузла, а також у верифікації таких методів за допомогою лабораторних експериментів і чисельного моделювання. Практична значимість дослідження полягає в розробці універсального підходу до розрахунку вузлів сталевих рам, який дозволяє проектувальникам отримувати більш точні результати для складних конструктивних систем. Застосування результатів роботи дає змогу підвищити надійність та ефективність проектування сталевих споруд.

Постановка проблеми

У складних вузлах сталевих рам розподіл зусиль між елементами є багаторазово статично невизначеним і суттєво залежить від співвідношення жорсткостей елементів, що сходяться у вузлі. У діючих національних нормах [1] наведено лише методики розрахунку окремих з'єднань - зварних або болтових, але відсутні рекомендації щодо розрахунку деталей вузлів, наприклад: фасонки, стінки колон і балки у зонах з'єднань, а також перевірки їхньої стійкості. Не зрозуміло, як перейти від зусиль в елементах після розрахунку сталевих конструкцій до перерозподілу їх на з'єднання елементів. У якій пропорції зусилля в балці, колоні, зв'язку (див. рис. 1,а) має сприйматися з'єднанням балки та колон, колони та зв'язку, балки та зв'язку (див. рис. 1,б). Внаслідок цього існує неоднозначність, що призводить до потенційних помилок при проектуванні вузлів та перевірці граничних станів.

Мета дослідження

Метою роботи є чисельне дослідження розподілу зусиль у вузлах сталевих конструкцій та перевірка можливості застосування методу рівномірних зусиль (Uniform Force Method [2]) для проектування вузлів з урахуванням реального напружено-деформованого стану.

Методи дослідження

Чисельне дослідження виконано в універсальному обчислювальному комплексі SCAD Office 23.1.1.1, де побудовано просторову модель вузла з урахуванням геометрії та жорсткісних характеристик елементів.

Розглянуто чотири варіанти вузлів, що відрізнялися схемами зварних з'єднань між балкою, колоною та фасонкою (див. рис. 2). Матеріал - сталь С255 ($R_y = 240$ МПа), розрахунковий опір зварного шва $R_{wf} = 180$ МПа.

Суть запропонованого підходу

Замість спроби придумати або взяти з типової серії розподіл зусиль у вузлі, пропонується нав'язати задану схему розподілу зусиль, дотримуючись умов рівноваги: $\sum N_x = 0$, $\sum N_y = 0$, $\sum N_z = 0$, $\sum M_x = 0$, $\sum M_y = 0$, $\sum M_z = 0$.

Додаткові умови: недопущення граничного стану в жодному з елементів; забезпечення пластичної роботи з'єднань; виключення крихкого руйнування до розвитку пластичних деформацій.

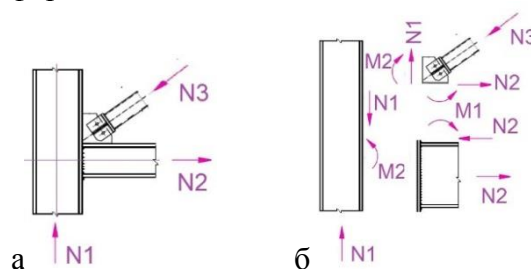


Рис. 1. Схеми розподілу зусиль у елементах (а), у з'єднаннях у вузлі (б)

Результати чисельного аналізу

Розрахунок показав, що для всіх варіантів вузлів на рис. 2 умови міцності й деформативності виконуються. Деформовані схеми підтвердили узгоджені деформації балки, колони та фасонки. Використання Uniform Force Method забезпечує стабільність результатів. З'єднання сприймають "нав'язані" ним розподіли зусиль. При цьому ми можемо прийняти, що з'єднання будуть сприймати тільки повздовжні зусилля та поперечні сили, або ще додаткові згинальні моменти, коригується це умовами перевірки рівноваги вузла і відповідно параметрами зварних швів.

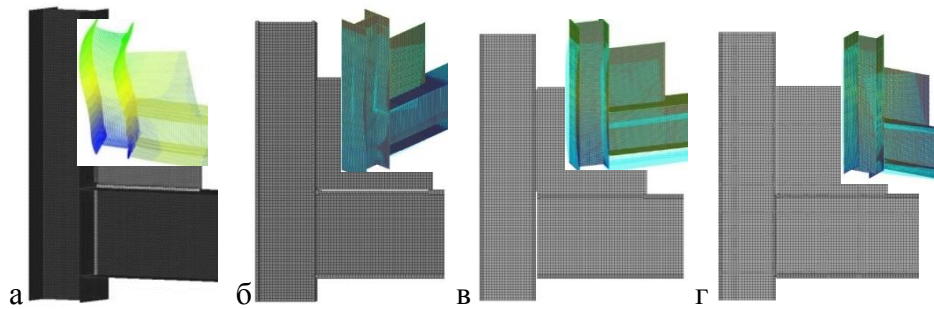


Рис. 2. Схема вузла з різними варіантами приєднання елементів: зварні з'єднання всіх елементів (а), відсутнє з'єднання фасонки та балки (б), відсутнє з'єднання балки та колони (в), відсутнє з'єднання фасонки та балки (г)

Висновки

1. Використання підходу нав'язування розподілу зусиль із забезпеченням умов рівноваги дозволяє отримати конструктивно узгоджені вузли.
2. Метод Uniform Force Method ефективно застосовується для проектування вузлів сталевих конструкцій.
3. У складних вузлах сталевих рам розподіл зусиль істотно залежить від жорсткостей елементів.

Перелік посилань

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 199 с.
2. ANSI/AISC 360-16. An American National Standard. Specification for Structural Steel Buildings: American Institute of Steel Construction, 2016. – 680 р.

Давыдов И.И. Ошибки при расчетах строительных конструкций с использованием универсальных вычислительных комплексов Theoretical Foundations in Civil Engineering", Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions, №18. V.1. ISBN 978-83-7207-894-0. - Warsaw. № 18. - 2010. – P.333

ПІДСЕКЦІЯ «АРХІТЕКТУРНЕ ПРОЕКТУВАННЯ, ЗЕМЛЕУСТРІЙ ТА БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ»

РЕНОВАЦІЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗАСТАРІЛИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ - ШЛЯХ ДО ВІДРОДЖЕННЯ МІСЬКОГО ПРОСТОРУ

Ревякін М. О., керівник доц. Громова О. В.

Український державний університет науки і технологій

Реновація, модернізація або реконструкція промислових зон і застарілих будівель в Україні стають невід'ємною частиною розвитку сучасних міст. Занедбані заводи,

фабрики та інші індустриальні об'єкти, які втратили своє функціональне призначення, дедалі частіше отримують друге життя, перетворюючись на житлові комплекси, бізнес-центри, арт-простори та інноваційні парки. Це не лише змінює зовнішній вигляд міст, а й сприяє економічному зростанню, покращує екологічну ситуацію та зберігає архітектурну спадщину.

Однією з головних причин необхідності таких перетворень є фізичний і моральний знос будівель, які втратили своє початкове призначення. Багато промислових зон та старих заводів у великих містах, таких як Київ, Львів, Харків та Одеса, стали непридатними для використання через зміну економічних умов та занепад виробництва. Ще не менш важлива причина необхідності реновації є економічний розвиток. Величезні площі покинутих підприємств у центральних і периферійних районах міст є серйозною перешкодою для їхнього подальшого розвитку. Замість промислових руїн з'являються сучасні простори для ведення бізнесу, освіти, культури та відпочинку. Відновлення таких об'єктів приваблює інвестиції, створює нові робочі місця та сприяє загальному підвищенню рівня життя.

Не менш важливим фактором є екологічний аспект. Демонтаж старих будівель часто супроводжується значним забрудненням довкілля, оскільки утворюється величезна кількість будівельного сміття. У багатьох випадках реновація передбачає адаптацію вже існуючих споруд під нові потреби, що дозволяє скоротити обсяги відходів та знизити рівень викидів вуглекислого газу, пов'язаного з новим будівництвом.

Важливу роль у процесах реконструкції відіграє збереження історичної спадщини. Багато промислових об'єктів, зведених ще у XIX–XX століттях, мають унікальну архітектуру, яка може бути гармонійно інтегрована у сучасний міський простір. Використання старих корпусів, цегляних стін і металевих конструкцій додає об'єктам автентичності, що підвищує їхню культурну та туристичну привабливість.

Реновація також позитивно впливає на якість життя мешканців міст. Колишні заводи та склади поступово перетворюються на комфортні житлові комплекси, сучасні бізнес-парки, арт-простори та культурні центри. Завдяки цьому змінюється міська інфраструктура, з'являються нові зелені зони, парки та пішохідні маршрути, що робить міста більш зручними та естетично привабливими.

В Україні вже є чимало успішних прикладів реновації промислових об'єктів. Одним із найвідоміших є Art Kvartal City Space в Одесі, де колишні індустриальні будівлі судноремонтного заводу перетворили на багатофункціональний простір, що поєднує бізнес-центри, житлові приміщення та культурні об'єкти. В Києві триває реновація території колишнього військового заводу «Арсенал», що має стати новим культурно-освітнім і бізнес-хабом столиці. Львів також активно трансформує старі промислові зони, створюючи інноваційні простори для розвитку малого та середнього бізнесу. Особливо показовим є проєкт UNIT.City у Києві – це перший в Україні інноваційний парк, побудований на території колишнього мотоциклетного заводу, який нині став осередком технологічного бізнесу та освіти. Ще один приклад – торговельно-офісний центр La Fabrica в м. Дніпро, який посів перше місце в номінації «Реновація/реконструкція історичного об'єкта» на конкурсі Ukrainian Urban Awards 2019. Замість знесення залишків трьох прибуткових будинків початку XX століття, архітектори обрали шлях їхньої реновації, перетворивши їх на сучасний об'єкт для адміністративно-офісного використання.

Реконструкція старих будівель має безліч переваг. По-перше, це дозволяє зменшити навантаження на екологію, оскільки не потрібно витрачати ресурси на знесення споруд та вивіз будівельного сміття. По-друге, використання існуючих конструкцій значно скорочує вартість будівництва нових об'єктів. Крім того, реновація

сприяє гармонійному розвитку міст, оскільки такі території стають привабливими для інвесторів і сприяють економічному зростанню. Проте цей процес має і свої виклики. Однією з головних проблем є юридичні питання, пов'язані з власністю на старі промислові об'єкти, а також необхідність суттєвих фінансових вкладень для адаптації будівель до нових функцій.

У перспективі такі проекти сприятимуть сталому розвитку міст, оновлення міського середовища, залученню інвестицій та покращенню соціально-економічної ситуації. Завдяки реконструкції старих промислових об'єктів українські міста стають сучаснішими, комфортнішими та екологічно безпечнішими. Це не лише важливий крок у розвитку урбаністики, а й можливість зберегти культурну спадщину, інтегруючи її в майбутнє.

РЕНОВАЦІЯ ТОРГОВО-ОФІСНОГО ЦЕНТРУ LA FABRICA У М. ДНІПРО
Зарожевська А. А., керівник доц. Громова О. В.
Український державний університет науки і технологій

У сучасному містобудуванні України реновація, реконструкція та модернізація старих промислових і занедбаних об'єктів набуває все більшого значення. Багато заводів, фабрик та інших виробничих приміщень, що втратили своє призначення, залишаються без використання, створюючи проблеми для міського середовища в результаті чого місто втрачає привабливість та заохочення містян розвивати його. Однак, завдяки комплексним підходам до їхнього оновлення, ці території можуть отримати нове життя, що приносить користь як економіці, так і соціальній сфері.

Прикладом такого об'єкту в роботі розглянуто на основі торгово-офісний центр LA FABRICA. Торгово-офісний центр LA FABRICA Перед початком опису реновації даного об'єкту слід відзначити що проект брав участь в Всеукраїнському конкурсі урбаністики «Ukrainian Urban Awards» і саме перемогу у номінації «Реновація та реконструкція історичного об'єкту» цього року (2019) отримав проект реновації «Торгівельно-офісний центр LA FABRICA», виконаний відомими українськими архітекторами Олегом та Лілією Україна.

Об'єкт розташований у центральній частині міста Дніпро. Ця будівля призначається для адміністративно-офісного використання, у плані має складну форму. Територію розробки багатофункціонального комплексу «La Fabrica», площею 0,2512 га, розподіляє комплекс адміністративно-торгівельних будівель з 4-х черг будівництва, які складають ансамбль забудови по периметру кварталу, в межах: -вул. В. Антоновича і вул. Ю. Савченко.

Будинки, збудовані на початку минулого століття на перехресті вулиць Антоновича та Савченка, спочатку хотіли знести. Архітектори запропонували зберегти історичні будівлі – в результаті минулого року вони перетворилися на торгово-офісний центр: їх модернізували та об'єднали скляною вставкою.

Замовник шукав місце для будівництва нового офісу. Архітектори довго обирали, і врешті-решт він погодився на запропонований ними проект реставрації дореволюційної забудови, яка складалася з майже трьох зруйнованих будівель. Втім, незважаючи на жалюгідний стан, в якому знаходилися ці будинки, вони зберегли в собі дух старого Катеринослава. Спочатку на цьому місці планувалося будівництво чергової багатоповерхівки, але потім, на щастя, плани забудовника з якихось причин змінилися, і ділянку викупив наш замовник. Як і багатьом архітекторам, цікаво робити певні модернові перетворення в історичному середовищі. Тому вирішено, що новий торговельно-офісний центр буде створено саме на рештках цих будівель, тим самим ми зможемо зберегти історичний дух цього району. До того ж ця ділянка має досить

зручне розташування.

Проект отримав назву LA FABRICA, оскільки за його основу було взято фундамент старої макаронної фабрики, яка існувала до революції. На момент початку робіт будівля була розламана навпіл, збереглася лише одна історична стінка. Було зроблено новий фундамент та нові підпори – щоб зберегти залишки старої забудови. Проект постійно вдосконалювався та перероблявся, робота над ним тривала чотири роки. За цей час вдалося реставрувати старий фасад та замінити старі перекриття новими, також дерев'яними, які працюють на контрасті зі скляною вставкою між двома будинками.

Зараз збудовано першу чергу - торгово-офісний мовляв, на даний момент триває реставрація ще однієї частини. Усередині створено інтер'єр у стилі лофт. Надалі на ділянці планується спорудження комплексу будівель, які сформують торгово-офісний центр з інтегрованими до нього історичними фасадами та прогулянковим майданчиком для відвідувачів. Характер будівлі реагує одразу на декілька обставин. По-перше, висотність не контрастує з існуючою ситуацією сусідньої забудови. По-друге, комплекс створює замкнений квартал – типологію притаманну центральній частині міста. Одним з головних завдань проекту було формування стійкого взаємозв'язку різноманітних функцій комплексу, створюючи таким чином місце соціальних активностей і кооперацій, де всі компоненти комплементарні одне одному.

Фасадні рішення реагують на внутрішні функції приміщень. Фасад першого та другого поверху має відкритий характер та легко підлаштовується під різну площу приміщень. Шляхом об'єднання вікна та лоджії житлового юніту архітектори створили структурний елемент фасаду, який в свою чергу виражає тектоніку будівлі. Функції першого поверху направлені не тільки на користувачів готелю, а ще й на городян, створюючи таким чином додаткові сервіси для міста. Двір зі свого боку є напівприватним. Всі будівлі та споруди на ділянці є предметом збереження, та активно беруть участь у формуванні об'єму. Напівзруйнована стіна історичної будівлі інтегрується у фасад нового комплексу. Враховуючи контекст оточуючої забудови, основним матеріалом фасаду було обрано обпалену червону цеглу.

Житлові юніти запроєктовані таким чином, що їх можна об'єднувати, створюючи нові типології. Останній поверх та покрівля призначені для відпочинку користувачів готелю.

Але завжди при таких реноваціях історичних об'єктів, окрім архітектурної виразності, є конструктивна складова яка набагато складніша ніж будівництво нового житлового будинку, адже необхідно врахувати багато чинників, щоб зберегти стійкість та експлуатацію даних історичних об'єктів. Здебільшого конструктори стикаються з проблемами таких як, незадовільний стан існуючих фундаментів яким вже більше 100 років, просадні властивості ґрунтів, відсутність гідроізоляції на існуючих фундаментах, тріщини та розшаровування цегляної кладки, конструктивні вузли які вже не відповідають сучасним вимогам та які потребують підсилення або заміну з дотриманням цілісності конструкції. Також дуже часто такі конструкції які вже майже зруйновані, з часом стають не вертикальними, що ускладнює процес відновлення. Слід також не забувати про випадки коли під час реконструкції таких об'єктів, відбувалося руйнування в результаті використання техніки та інструментів з ударною силою, вібраціями, тощо. Але попри всі ці складнощі об'єкти вже ж таки отримують нове життя, в чому і полягає цінність та вартість таких об'єктів.

Процес реновації La Fabrica став складним, але успішним прикладом поєднання історичної архітектури з сучасними конструктивними рішеннями. Завдяки інноваційним підходам вдалося не тільки зберегти культурну спадщину, а й створити функціональний простір, який став важливим елементом розвитку бізнес-середовища в

Дніпрі.

ВІДБУДОВА ЖК «ІРПІНСЬКІ ЛИПКИ»: КОНСТРУКТИВНІ ТА АРХІТЕКТУРНІ РІШЕННЯ, ЕТАПИ РЕКОНСТРУКЦІЇ

Осадча О. Р., керівник доц. Громова О. В.

Український державний університет науки і технологій

ЖК «Ірпінські Липки» – сучасний житловий комплекс з понад 200 квартирами, зведений за монолітно-каркасною технологією, що зазнав значних руйнувань під час бойових дій у 2022 році.

Метою проекту являється не лише відновлення будинків, а й створення безпечного, комфортного та естетично привабливого середовища для мешканців.

Проект являється символом стійкості, оновлення і архітектурної надії.

Перед здійсненням відновлення оцінюється технічний стан будівлі. Оцінка технічного стану будівлі включає проведення інструментального обстеження, яке підтверджує можливість відновлення конструкцій.

Типові пошкодження, що зафіксовані після ворожих ударів РФ:

- потемніння й обуглення стін внаслідок пожеж;
- розтріскування декоративних панелей;
- вибуховою хвилею зірвані облицювання;
- повністю вибиті вікна на кількох поверхах;
- деякі отвори деформовані, що потребує коригування каркасу;
- частково обвалені балконні плити і залишки огорожень;
- пошкодження гідроізоляції і покрівлі;
- пошкодження інженерних мереж.

При відновленні несучих елементів здійснено заміну пошкоджених колон, плит перекриття та інших конструктивних елементів. Проведено термомодернізацію утеплення та гідроізоляція з використанням сучасних матеріалів для забезпечення енергоефективності та захисту від вологи. Здійснено заміну інженерних мереж, що включає оновлення систем водопостачання, електропостачання, опалення та вентиляції.

При розробці архітектурного рішення основним завдання було збереження стилістики: фасади відновлені з урахуванням первісного вигляду, з додаванням сучасних елементів, враховано інклюзивність шляхом створення безбар'єрного середовища з пандусами та ліфтами для маломобільних груп населення. Також забезпечено елементи енергоефективності шляхом встановлення трикамерних панорамних енергозберігаючих склопакетів для більш природної інсоляції та систем освітлення. Здійснено розширення балконів і лоджій, у тому числі з металевими або скляними огорожами. Проведено благоустрій території шляхом оновлення дитячих і спортивних майданчиків у внутрішніх дворах, зон відпочинку та проведено організацію озеленення висадкою дерев, декоративних кущів, вертикального озеленення фасадів. Встановлено лави, урни, освітлення на сонячних батареях, влаштовано підземне організоване паркування, місця для зберігання велосипедів, зарядні станції для електромобілів, станції сортування сміття.

Реконструкція житлового комплексу «Ірпінські Липки» – це не просто відновлення зруйнованих будівель, а системний процес, який поєднав:

- сучасні конструктивні рішення для забезпечення надійності й безпеки будівель;
- архітектурні інновації, що відповідають сучасним естетичним і функціональним вимогам;
- дотримання принципів інклюзивності, енергоефективності та сталого розвитку.

Цей приклад є зразком того, як українські громади здатні не лише відновлюватись після війни, а й виходити з криз сильнішими – із новою якістю простору, що відповідає потребам людей і гідно репрезентує Україну майбутнього.

ПРОЗОРА ДЕРЕВИНА

Просянюк А. Г., керівник ас. Фомахіна В. В.

Український державний університет науки і технологій

Прозора деревина - це інноваційний матеріал, який отримують шляхом обробки натуральної деревини, видаляючи з неї лігнін і замінюючи його полімером, що робить матеріал прозорим, зберігаючи при цьому міцність деревини.

Для виготовлення такого матеріалу команда вчених використала коркове дерево, з якого був видалений лігнін — компонент, який надає матеріалу твердості й кольору. Після цього до нього додали акрил, який не розкладається і не пропускає воду.

Він заповнив крихітні пори, які залишилися після видалення лігніну, а також порожнини, через які в деревині циркулювала вода. У результаті вийшов матовий, прозорий матеріал на основі деревини. Але в результаті видалення лігніну деревина суттєво втратила свою міцність.

У рамках нової спроби дослідники знайшли спосіб зробити деревину прозорою без видалення лігніну. Процес полягав у заміні лігніну, а не в його видаленні. Дослідники видалили молекули лігніну, які беруть участь у створенні кольору деревини. Спочатку вони наносили перекис водню на поверхню дерева, а потім піддавали оброблену деревину впливу ультрафіолетового світла (або природного сонячного світла). Потім деревину замочували в етанолі для подальшого очищення. Потім заповнили пори прозорою епоксидною смолою, щоб дерево стало гладким.

Отримана деревина виявилася міцніше за скло, а її волокниста структура робить її стійкою до ударів та менш схильною до утворення тріщин. Це робить її безпечнішою у використанні, особливо у вікнах і перегородках.

Вона володіє унікальною світлопроникністю. Замість того, щоб пропускати світло прямо, вона розсіює його, створюючи м'яке та рівномірне освітлення без різких відблисків. Це знижує потребу в штучному освітленні, роблячи простір більш комфортним.

Прозора деревина має значно кращі теплоізоляційні властивості, ніж скло, а це означає, що вона допомагає підтримувати комфортну температуру в приміщенні та суттєво заощаджує енергію на опалення чи кондиціювання.

Також ще одною перевагою цього матеріалу є його екологічність, так як він створений на основі відновлювального ресурсу – деревини. Це робить його більш екологічною альтернативою склу та пластику, виробництво яких є енергоємним.

Застосовувати цей матеріал можна як у будівництві, наприклад для створення вікон, дверей, перегородок, фасадів та навіть меблів, що поєднують в собі функціональність та естетику, так і в енергетиці – як захисний шар для сонячних батарей, що покращує поглинання світла.

Провідні країни світу, такі як США, Швеція, Франція та Японія, активно інвестують у дослідження, щоб зробити цей матеріал доступним для широкого застосування.

«РОЗУМНЕ» СКЛО ЯК СУЧАСНИЙ БУДІВЕЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ

Гончар С. О., керівник ас. Фомахіна В. В.

Український державний університет науки і технологій

Сучасні тенденції у будівельному матеріалознавстві спрямовані на створення матеріалів, що поєднують функціональність, енергоефективність та комфорт. Одним із таких інноваційних рішень є «розумне» скло, яке здатне змінювати свої оптичні властивості залежно від зовнішніх умов або потреб користувача. Його використання дозволяє зменшити витрати енергії на освітлення і кондиціонування, покращити мікроклімат приміщень, тим самим знизити навантаження на системи опалення та охолодження, та підвищити естетичну цінність архітектурних об'єктів.

Існує кілька різних типів смарт скла, включаючи електрохромне, термохромне, фотохромне та різні типи смарт-плівки.

Електрохромне «розумне» скло — це багатошаровий композитний матеріал, який може змінювати свою прозорість від матового до повністю прозорого під дією електричного струму завдяки рідкокристалічному або електрохромному шару між шарами скла.

Термохромне скло — це вид «розумного» скла, яке змінює свій колір або прозорість залежно від зміни температури. У його складі містяться спеціальні термохромні матеріали, наприклад, гель між шарами скла, який при нагріванні стає мутним або непрозорим, а при охолодженні відновлює прозорість.

Фотохромне «розумне скло» змінює відтінок під впливом ультрафіолету та видимого світла. Цей вид скла зазвичай реалізується шляхом нанесення самоклеючої фотохромної плівки на наявне скло і не потребує електроенергії. Тому це вважається пасивною технологією «розумного» скла.

Розумне скло активно використовується у будівництві офісних центрів, готелів, приватних будинків і медичних закладів. Його встановлюють на фасадах, у віконних системах, перегородках та навіть у дахових конструкціях. Поєднання функціональності та дизайну робить цей матеріал перспективним для «розумних будинків» та енергоефективних споруд.

Розумне скло є одним із найперспективніших матеріалів сучасного будівництва. Воно не лише забезпечує комфорт і естетику, а і відповідає вимогам енергоефективності та екологічності. Подальший розвиток технологій виробництва сприятиме зниженню вартості та масовому впровадженню цього матеріалу в практику.

«Розумне» скло відкриває широкі можливості для архітектурного та дизайнерського використання в будівництві. Його можна використовувати як декоративний елемент, створюючи унікальні інтер'єри та екстер'єри будівель.

ДЕРЕВНО-ЦЕМЕНТНО-ВОЛОКНИСТІ ПЛИТИ

Титар М. Е., керівник ас. Фомахіна В. В.

Український державний університет науки і технологій

Деревно-цементно-волокнисті плити (ДЦВ) — це будівельний композитний матеріал, що поєднує в собі волокна деревини, цемент і мінеральні наповнювачі, який виготовляється методом пресування.

Основна ідея полягає в поєднанні переваг деревини, таких як теплоізоляція, легкість і екологічність, з такими властивостями цементу, як міцність, довговічність і вогнестійкість.

Переваги ДЦВ плит:

- міцність і довговічність: матеріал стійкий до механічних навантажень і не

схильний до гниття;

- вогнестійкість: цемент в складі робить плити негорючими, що підвищує пожежну безпеку будівель;

- вологостійкість: матеріал не вбирає вологу, що запобігає набуханню та деформації.

- звукоізоляція: добре поглинають звукові хвилі, знижуючи рівень шуму.

- екологічність: у виробництві використовуються натуральні матеріали, безпечні для здоров'я;

- біостійкість: плити не приваблюють гризунів та комах.

Під час їх виробництва не виділяється токсичних відходів, а використання інертного в'язучого дозволяє створити виробництво без ризику для здоров'я, пов'язаного з використанням композитних матеріалів на полімерній в'язучому.

Виробництво дерево-цементних композитів може бути перспективним способом утилізації деревних залишків, таких як відходи будівництва, дерев'яні елементи, що вийшли з ладу, залишки деревини від сільського господарства чи харчової промисловості.

Універсальність застосування як у комерційному, так і в житловому будівництві роблять їх цінним матеріалом для сучасних будівельних проектів, що прагнуть знизити вплив на навколишнє середовище, одночасно підвищуючи безпеку та естетику.

Даний матеріал можна використовувати у будівництві як для облицювання фасадів і цоколів, створення вентильованих фасадів, так і для влаштування перегородок, оздоблення стін, стель та підлог.

Отже, можна зробити висновок, що вони знайшли широке застосування в сучасному будівництві завдяки своїй довговічності, вогнестійкості та ізоляційним властивостям. Перспективи розвитку пов'язані з удосконаленням технології та розширенням сфер використання.

ТЕХНОЛОГІЯ «БІО ДРАЙ» В УКРАЇНІ

Стешенко Є. В., керівник ас. Фомахіна В. В.

Український державний університет науки і технологій

«Біо Драй» в Україні є офіційними представниками Швейцарської компанії Wall & Wall, яка активно працює на світовому ринку з 2009 року та має 27 представництва по всьому світу.

«Biodry» перекладається, як «Природне осушення», і це інноваційна Швейцарська технологія призначена для усунення джерела, яке спричиняє підняття вологи по стінах з ґрунту, та, як наслідок, природного осушення стін. Завдяки технології можна привести мікроклімат в приміщенні до нормального стану, прибравши плісняву, небезпечні для здоров'я мікроорганізми та затхле повітря. Також, застосувавши технологію Біо Драй, можна значно підвищити стійкість будівлі, продовжити її надійне існування та зупинити руйнування, суттєво збільшити енергоефективність і зменшити витрати на опалення. Застосування цього методу дозволяє уникнути дорогих будівельних робіт, проведення земельних робіт навколо споруди та інших складних технічних процесів. По всьому світу вже більше 9000 успішних прикладів!

На даний час, технічний стан багатьох будівель через пошкодження надмірною вологою, згідно з офіційною класифікацією, - «непридатний до нормальної експлуатації», а у випадку невиконання термінової стабілізації фізичного стану може прийти у аварійний, що збороняє їх використання. Вирішення таких викликів нагально потребують велика кількість музейних, архівних та культурних інституцій.

Конструктивні особливості фундаментів історичних будівель, ландшафтні

характеристики та археологічні аспекти територій роблять недопустимим виконання робіт з влаштування відсічної гідроізоляції руйнівними (будівельними) методами. Висока історична цінність об'єктів нерухомої культурної спадщини, предметів мистецтв, невід'ємних від пам'ятки цінностей, явищ нематеріальної культури передбачають застосування лише неруйнівних, безпечних та негроміздких методів, які б дозволяли продовжувати постійне функціонування об'єктів та відповідали найвищим стандартам збереження.

Проблема критичності стану великої кількості будівель підтверджувалась висновками спеціалістів, а пошук ефективних, неруйнівних технологій та розробка нових комплексних підходів вівся протягом останнього часу. Експерти зазначають, що переважна більшість, таких технологій, за винятком однієї, мають обмежений результат та низку недоліків, які роблять їх застосування недоцільним. Такими обмежувальними факторами є те що, забезпечення захисного ефекту потребували безперебійного режиму електропостачання, в разі порушення якого, волога поверталася до стін, і не лише повертаючи попередній результат перезволоження, а і ще збільшуючи його та знищуючи проведені ремонтні роботи. Агресивна дія самих приладів є неконтрольованою та може приводити до пересушення стін, або руйнації невід'ємних цінностей (фресок, тощо). Винятком стало обладнання Швейцарського виробництва, система просушення стін Біо Драй, яка не потребує для забезпечення захисних функцій електричного живлення, а елементи, з якого вироблено саме обладнання, стійкі до жорстких мікрокліматичних умов.

Швейцарські інноваційні системи осушення стін «Біо Драй». Система за своєю суттю – це невелика пасивна антена, прикріплена до стіни. Після її встановлення надлишкова вода повертається назад у ґрунт.

Зазначене обладнання втілює останні наукові розроблення в будівельній сфері щодо використання хвильових методів захисту від вологи. Неруйнівний підхід, автономність і стабільність виконання гідрозахисних функцій створює суттєву перевагу останнього покоління зазначеного захисного обладнання, як перед попередніми версіями аналогічного обладнання, так і перед традиційними заходами з влаштування або відновлення гідробар'єрів. Обладнання «Біо Драй» пройшло успішну апробацію на різних об'єктах країни та показало високу ефективність та надійність. Технологія «Біо Дай» пройшла апробацію на об'єктах: Національного заповідника «Києво-Печерська Лавра», який є об'єктом всесвітньої спадщини UNESCO, - «Хрестовоздвиженський храм», XVII ст. Пройшла апробацію на шести об'єктах Національного заповідника «Софія Київська», які є об'єктами всесвітньої спадщини UNESCO: - Собор «Софія Київська» XI ст., «Дім Митрополита» XVIII ст., «Дзвіниця» XVIII ст., «Південна виїзна башта» XVIII ст., «Трапезна», «Мури» XVIII ст. На об'єкті Національного історико-архітектурного музею «Київська фортеця», XVI ст.; на об'єктах Львівської національної галереї Мистецтв ім. Б. Возницького, «Палац Потоцьких» XVII ст., «Палац Лозинських» XVIII ст., «Монастир Капуцинів» XVIII ст., церква Іона, XIII ст.

Застосування систем Біо Драй дало змогу, без застосування руйнівного впливу та використання електроживлення, на кожному з об'єктів:

- відновити температуру і вологість повітря та стабілізувати її в нормальному діапазоні, та як наслідок, відновити мікроклімат і привести санітарно-гігієнічні норми приміщення у відповідність до вимог законодавства;
- стабілізувати фізичний стан будівель; прибрати перезволоженість стін та стабілізувати її в прийнятних нормах (в діапазоні 4%);
- підвищити енергоефективність будівель; - оптимізувати економію електроенергії;
- створити належні умови для збереження фондів експонатів, виставкових

предметів та невід'ємних від пам'яток цінностей.

Результати дозволяють рекомендувати його використання, як надійний та ефективний засіб, особливо в умовах військових дій та обмежених ресурсів на відновлення об'єктів та інженерної інфраструктури.

Фінансова складова надання послуг з осушення стін, в порівнянні з іншими загальноприйнятими методами усунення надлишкової вологи, нижча в 2 рази. Система «Біо Драй» також відповідає технічним, технологічним та законодавчим вимогам, які виставляються до робіт та технологій, що використовуються на пам'ятниках культурної спадщини:

1. Радіус ефективної дії та кількість обладнання повинні забезпечувати повне покриття периметру об'єкта без сліпих зон, через які може проникати вода.

2. Спосіб просушування стін за допомогою обладнання має бути неінвазійним та не передбачати негативного фізичного впливу на конструкцію (в тому числі без використання хімічних речовин, дренажу стін, тощо).

3. Спосіб просушування стін за допомогою обладнання не повинен передбачати підключення до електромережі (або використовувати будь-яких інших електричних джерел живлення).

4. Обладнання для просушування стін повинно мати висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи щодо безпечності її впливу на людей та відповідати встановленим медичним критеріям безпеки.

5. Спосіб та метод просушування стін за допомогою обладнання повинен передбачати можливість моніторингу вагової вологості кладки та проведення періодичних контрольних замірів процесу осушення (для унеможливлення агресивного впливу обладнання на історичну будівлю або інтенсивне пересушення).

6. Габарити, дизайн і вага системи повинні бути гармонійними до внутрішнього інтер'єру церкви та не заважати експозиціям.

7. Спосіб кріплення та установка обладнання повинні давати можливість безпечного демонтування (без руйнівного впливу на автентичність будівлі) та мобільного перенесення обладнання.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В БУДІВНИЦТВІ

Шепелєва Д.С., керівник ст. викл. Попудняк Ю. Я.

Український державний університет науки і технологій

Сьогодні великі сподівання покладають на енергоефективні будинки та енергію з відновлюваних джерел, яку можна отримати від вітру, сонця. Будинки мають бути більш екологічними та енергоефективними. Розвиток будівельних технологій не стоїть на місці. До 2021 року країни Євросоюзу планували перейти на принципово нові будівельні стандарти, що дозволяють зводити енергоефективні будинки, здатні за рахунок поновлюваних джерел виробляти енергії більше, ніж споживають самі. Нові стандарти можна звести до принципу «трих нулів» – нульове споживання енергії з міської енергосистеми, нульові викиди забруднювальних повітря речовин, нульові обсяги відходів. Цього, зокрема, вимагає Директива ЄС з енергоефективності будівель.

Нульове енергоспоживання досягають за рахунок ефективного використання поновлюваних природних джерел енергії, яка трансформується в електрику: сонце, вітер, біопаливо, енергія річок, припливів та відпливів тощо. Значний економічний ефект можна одержати за допомогою використання сучасних енергоефективних технологій та якісної теплоізоляції будівель. Концепція нульового енергоспоживання не виключає можливості під'єднання до міської електромережі в моменти пікових навантажень або під час дефіциту енергопотужності від поновлюваних джерел.

Використання енергоефективних і біокліматичних технологій в активних будинках до мінімуму зводить шкідливі викиди для людей та довкілля. Активні будинки з'явилися в Україні завдяки Закону про «зелений» тариф. Уже є багато будинків, на дахах яких встановлені фотопанелі потужністю до 10 кВт і здатні впродовж 1 року перекрити свої витрати електроенергії, ще й подати значну частину енергії до загальної електромережі.

На сьогодні існує безліч альтернативних джерел енергії, по-справжньому ефективні лише деякі з них. Під час будівництва будинків із позитивним енергобалансом найбільш використовувані: сонячні батареї, мініатюрні вітряні електростанції, геотермальні свердловини, теплові насоси.

Будинок нуль енергії, або будинок із нульовим споживанням енергії, – будівля, яка має високу енергоефективність, здатна на місці виробляти енергію з поновлюваних джерел і споживати її рівною кількістю впродовж одного року. За умови вироблення кількості енергії меншої, ніж необхідно для споживання, будівлю називають будинком із майже нульовим споживанням. Будинки з нульовим споживанням енергії не використовують викопне паливо й отримують необхідну енергію з поновлюваних джерел. Вони можуть бути традиційними будівлями, але з великим сонячним колектором, сонячною батареєю чи вітрогенератором.

Більшість таких будинків будують за такими принципами:

- зменшення необхідної енергії;
- використання надлишків енергії;
- зменшення необхідності в штучному охолодженні (опаленні);
- забезпечення високоефективними системами керування мікрокліматом та іншими системами, зокрема освітлення;
- забезпечення поновлюваними джерелами енергії сонця, вітру тощо.

Українці найчастіше використовують у будівництві цеглу, метал і бетон, однак на ринку існують компанії, що пропонують енергоефективні помешкання. Перший в Україні серійний енергоефективний дім звели під Києвом у 2015 році. Компанія «ВЕЛЮКС» (Україна) є одним з організаторів першого проєкту енергоефективного будинку, створеного на основі концепції «Активний дім». Енергоефективний будинок побудували в селі Микуличі (20 км від Києва) на ділянці 0,06 га розміщеній на території котеджного містечка. OptimaHouse – це сучасний будинок загальною площею 128 м² із мансардним поверхом і терасою, розрахований на проживання родини з 3 осіб. На двох поверхах, урахувуючи мансарду, розміщені вітальня, кухня-їдальня, 2 спальні, загальна гардеробна, санітарний вузол із душовою, простора ванна кімната з пральною, технічне приміщення з усіма інженерними системами. В OptimaHouse встановлено 9 мансардних вікон лінії Premium. Переважна частина вікон із дистанційним керуванням та живленням від сонячної батареї для більшого ефекту енергозбереження. Усі вікна оснащені загартованим зовнішнім склом і внутрішнім склом «триплекс» для безпеки та комфорту мешканців будинку. Обов'язковим елементом конструкції є клапан для провітрювання зі змінним фільтром. У відкритому вигляді він сприяє проникненню свіжого повітря в приміщення навіть за закритого вікна. А фільтр надійно захищає від потрапляння пилу та комах. Отже, для опалення будинку можна використати систему теплового насоса в поєднанні із сонячними панелями і сонячними колекторами для підігрівання води, які встановлені на даху із західної та східної сторін будівлі.

Отже, підводячи підсумки можна сказати, що правильне використання теплоізоляції, ефективних вікон та дверей, новітніх систем опалення та відновлюваних джерел енергії може суттєво зменшити витрати на енергію та відзначити будівлі як екологічно стійкі та вартісно-ефективні. Енергоефективний будинок - це майбутнє для України. Можна брати приклади з інших країн наприклад з Японії. Зелені будівлі Японії

відіграють життєво важливу роль у сприянні екологічному способу життя, і країна залишається непохитною у своїй відданості досягненню чистий нульовий викид вуглецю у будівельній галузі до 2030 року. Схвалення урядом енергетичної політики щодо заохочення будинків з нульовим енергоспоживанням (ZEN) прокладає чіткий шлях для майбутнього зеленого будівництва в Японії. Тому ми можемо створювати будівлі, які бути знаходяться в гармонії з навколишнім середовищем.

ТЕОРЕМА ПОЛЬКЕ-ШВАРЦА

Карпенко М. П., керівник ст. викл. Попудняк Ю. Я.

Український державний університет науки і технологій

Теорема стверджує наступне: якщо три вершини опуклого чотирикутника лежать на одній прямій після центрального проєкціювання, то і четверта вершина також лежить на цій прямій.

Це звучить просто, але наслідки дуже цікаві для проєкційної геометрії.

Більш загальна інтерпретація звучить наступним чином: якщо паралельні відрізки (наприклад, сторони багатокутника) відображаються на площину через центральну проєкцію, то точки перетину їхніх проєкцій лежать на прямій.

Інакше кажучи: проєкційна пряма зберігає відношення колінеарності навіть у перспективі. Це лежить в основі побудови перспективних зображень у живописі, архітектурі та кресленні.

Наслідком цих теорем є те, що три будь-яких відрізка довільної довжини, які виходять з одної точки на площині, можуть бути розглянуті як паралельна проєкція трьох рівних відрізків, які відкладені на взаємно перпендикулярних осях проєкцій у просторі.

Наприклад, уявіть собі куб або цеглину, на яку ми дивимось під кутом. Якщо ми продовжимо паралельні ребра назад — вони ніби сходяться в одну точку на горизонті — це і є ефект, який пояснює теорема Польке-Шварца.

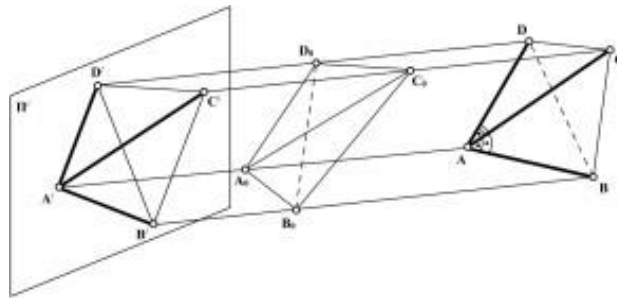


Рис. 1. Геометричний приклад теореми Польке-Шварца

Точки сходження в перспективі виникають через центральне проєкціювання - ми немов "дивимось" на предмет з певної точки, і промені від об'єкта сходяться на площині.

Ця теорема має практичні застосування у проєкційній геометрії, комп'ютерній графіці, фотограмметрії, архітектурному проектуванні, а також в мистецтві — побудова ліній **перспективи в живописі епохи Відродження** базується саме на цих принципах.

Отже, теорема Польке-Шварца демонструє красу геометрії: навіть при зміні точки зору, **деякі властивості зберігаються**.

Вона є ще одним прикладом того, **як математика допомагає нам зрозуміти, як ми бачимо світ і як його можна точно зобразити**.

АРХІТЕКТУРНІ ОРДЕРИ АНТИЧНОГО СВІТУ В ІНТЕР'ЄРІ ДІТУ

**Міщенко В. Р., Черкашина М. І., керівник ст. викл. Ярош О. М.
Український державний університет науки і технологій**

Античним світом прийнято називати епоху цивілізацій Греції та Рима з 12 – 8 ст. до н.е. Давньогрецька архітектура мала вираження в двох основних ордерах - доричному та іонічному. Ордер являє собою сукупність архітектурних форм, що надають певну стильову характеристику всьому спорудженню, завдяки тектонічній єдності.

Доричний ордер складався з колон, які мали капітель - квадратну плиту (абака – верхня частина капітелі), яка поєднувалась зі стовбуром колони через круглий елемент (ехін - низ капітелі) та шию колони. Спочатку стовбур був гладким, пізніше його стали прикрашати поздовжніми виїмками – канелюрами.

Іонічний ордер мав вже іншу капітель, яка складалась з абаки під якою розташовані волюти (спіральноподібні завитки з кружком «оком» у центрі). Це колона виглядала більш нарядною. Простір між валютами заповнювали елементи, які мали назву іоніки.

Римська цивілізація зробила капітель колон більш помпезною. Під валютами розташовують декілька рядів листів аканта – символ життя, руху та росту. І це коринфський ордер.

І якщо розглядати символи листа аканта, то при вході в Дніпровський інститут інфраструктури і технологій встановлені вісім колон в один ряд з капітелями в стилі коринфського ордеру. Як символічна зв'язка символів життя, руху та росту для цієї будівлі, в якій людям надають знання для подальшого їх розвитку та професіонального росту. Вхідні колони мають дуже могутній вигляд і собою прикрашають фасад будівлі, дають відчуття висоти до якої треба дотягнутися в процесі навчання і символічно дотягнутися до листів аканта. Колони мають: дуже потужну базу в нижній частині, гладкий стовбур і капітель. В вестибюлі встановлено чотири масивні колони висотою в два поверхи з капітелями коринфського ордеру, на стінах вестибюля присутні дванадцять пілястр, які теж мають капітелі коринфського ордеру. З вестибюля перетинаємо коридор, в якому розташовано дванадцять колон з капітелями іонічного ордеру. І переходимо в хол, з якого попадаємо на парадні трьохмаршові сходи, які розташовані симетрично по дві сторони холу і ведуть на інші поверхи. Холи повторюються на наступних трьох поверхах, і мають по десять колон і десять пілястр з доричними капітелями на кожному поверху.

Цей вхідний внутрішній простір є продовження масивного входу в будівлю і додає їй незрівняний образ класичної архітектури.

В сучасності теж використовують колони різного типу – круглі, квадратні та інші.

І тому є можливість художнього, архітектурного, конструктивного оформлення колон з урахуванням призначення будівлі. Надати колоні смисловий образ, не тільки виконання колоною функцій конструктивного елемента, а і художній, декоративний сенс.

БАЛКОВО-СТІЙКОВА СИСТЕМА ВІД ЕПОХИ ДОІСТОРИЧНОГО ЧАСУ ДО СУЧАСНОСТІ

**Корж А. С., Курбатов Ю. Т., керівник ст. викл. Ярош О. М.
Український державний університет науки і технологій**

В доісторичні часи людина почала собі будувати житло, використовуючи природні ресурси (житло з вітровими заслонами, землянки, курені). В цих спорудах використовували стійки з жердин, на які спиралися гілки. Стійки були між собою

пов'язані жердинами, що додавала просторової жорсткості конструкції. І це початок балково-стійкової системи. За таким рішенням була утворена трипільська архітектура – стійки будівлі були пов'язані між собою і утворювали анфіладне рішення (перехід через приміщення в інше приміщення) і в цей же час на протилежному боці зимної кулі племена сенека – ірокезів будували собі таке саме житло трипільської культури. Каркас їхньої споруди також збирався з вертикальних жердин пов'язаних між собою горизонтальними жердинами. Якщо трипільська культура це шосте тисячоліття до н.е., то в третьому та другому тисячоліттях до н.е. будувались культові споруди – одна з цих споруд була кромлех – примітивний храм. Самий відомий в сучасності Стоунхендж. І він є зразком балково-стійкової системи. Складається з кам'яних вертикальних блоків, на які укладені горизонтальні кам'яні плити.

В Єгипетських храмах другого століття до н.е. встановлювали колони з капітелями (пальмоподібними, лотосоподібними, папірусоподібними та ін.), на колони укладали головну балку – архітрав, яка пов'язувала колони між собою.

Цивілізації Греції та Єгипту (епоха античного світу) 12 – 5 століття до н.е. широко застосовували балково-стійкову систему. Найбільш простим типом грецьких храмів був антовий, він мав прямокутну форму в плані, парадний вхід був розташований з торця. Торцева частина таких храмів оформлювалась фронтоном, який спирається на виступи поздовжніх стін, які називаються антами, між якими встановлювали дві колони. Потім з'являються храми з двома портиками колон – амфіпростіль та храми з колонадою по всьому периметру – периптер. На колони встановлювали горизонтальні балки – архітрав, на який встановлювали фриз прикрашений метопами та тригліфами. І завершував це спорудження карниз. Такою ж самою системою стійка + балка є рішення вхідів, які складались з: колон, архітрава, фриза, фронтона. Так само вирішено вхідну частину в Дніпровський інститут інфраструктури і технологій. Має колонаду, на яку спирається архітрав, потім карниз і фронтон.

В сучасності система стійка + балка застосовується в каркасній системі. Ця система має декілька конструктивних схем: з повним каркасом (з поздовжніми ригелями. з поперечними ригелями), безригельний каркас з настилом розпирка. Ще використовують неповний каркас, коли внутрішніми вертикальними несучими елементами є колони та зовнішніми несучими вертикальними елементами є стіни. Конструктивні схеми такі самі як в повному каркасі. Каркасні системи можуть бути: рамними, рамно-зв'язевими, зв'язевими. В сучасності мають широке застосування в будівництві житла, виробництв та громадських будівлях.

ПІДСЕКЦІЯ «МІСТОБУДУВАННЯ, РЕНОВАЦІЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА РЕВІТАЛІЗАЦІЯ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА»

ЦИФРОВІЗАЦІЯ ТА УПРАВЛІННЯ РУХОМ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

**Давидова Є.О., Чернозіпунніков Д.Л., керівники: проф. Саньков П.М., доц. Ткач Н.О.
Український державний університет науки і технологій**

Актуальність. Зростання урбанізації, збільшення кількості транспортних засобів та зростання потреб громадян у швидкому і безпечному пересуванні роблять проблему ефективного управління рухом надзвичайно актуальною. Затори, перевантажені транспортні вузли та негативний вплив на екологію створюють потребу в інноваційних рішеннях. Системи ATSC/ATMS та сучасні засоби моніторингу забезпечують адаптивне управління дорожнім рухом, знижують витрати часу на пересування, зменшують викиди шкідливих речовин у повітря та сприяють створенню більш комфортного та безпечного міського середовища.

Мета. Метою роботи є дослідження сутності цифровізації транспортних систем, зокрема інтеграції з ATSC/ATMS, та оцінка впливу використання датчиків трафіку, камер і систем моніторингу на ефективність управління рухом та екологічний стан міських територій. Завдання роботи полягає у визначенні переваг таких систем, аналізі їхнього впливу на транспортні процеси та формуванні рекомендацій щодо впровадження інтелектуальних транспортних рішень у сучасних містах.

Основна частина. Сутність цифровізації транспортних систем полягає у впровадженні сучасних цифрових технологій, програмного забезпечення та інтелектуальних рішень для ефективного управління транспортною інфраструктурою, потоками руху та логістичними процесами. Цифровізація передбачає використання сенсорів, систем відеоспостереження, GPS-трекерів, штучного інтелекту та великих даних (Big Data) для збору, аналізу та оперативного використання інформації про транспортну ситуацію в реальному часі.

Основна ідея цифровізації полягає у створенні єдиної інтегрованої системи, де всі учасники транспортного процесу — від муніципальних служб до водіїв — взаємодіють через цифрові платформи. Це дозволяє забезпечити швидке реагування на зміни дорожньої ситуації, оптимізувати маршрути руху, скоротити затори, підвищити безпеку на дорогах та зменшити екологічне навантаження. Завдяки цифровим технологіям транспортні системи переходять від традиційного, реактивного управління до проактивного — коли рішення ухвалюються на основі прогнозів і аналітики. Важливим компонентом цифровізації є автоматизація управління дорожнім рухом через інтелектуальні транспортні системи (ІТС), які включають адаптивне регулювання світлофорів, онлайн-моніторинг транспорту та розумні дорожні знаки. Цифровізація також сприяє розвитку екологічно чистого транспорту, впровадженню електромобілів, каршерінгу, систем громадського транспорту «розумного» типу та зменшенню енергоспоживання. Вона забезпечує прозорість транспортних процесів, підвищує ефективність використання міської інфраструктури та комфорт для громадян. Отже, сутність цифровізації транспортних систем полягає у переході до інноваційної, інтегрованої, аналітично керованої транспортної моделі, що поєднує ефективність, безпеку та екологічну збалансованість, формуючи основу для сталого розвитку міського середовища.

Висновки. Застосування датчиків трафіку та відеоспостереження і камер дозволяє проводити класифікацію автомобілів, виявлення порушень правил дорожнього руху, здійснювати оптимізацію дорожнього руху шляхом узагальнення відео. Датчики трафіку (інфрачервоні, магнітні, ультразвукові) фіксують кількість транспортних засобів, швидкість, напрямок руху, а також рівень шуму.

ОЦІНКА ЯКОСТІ ПЛАНУВАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ У МІСТІ ДНІПРО З МЕТОЮ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТИВ

Пасєка М.О, Макаренко М.Є, керівники: проф. Саньков П.М., доц. Ткач Н.О.
Український державний університет науки і технологій

Актуальність. В ХХІ столітті спостерігається значне зростання населення в окремих районах міст, потреба у зручному доступі до соціальних послуг, а також, як наслідки, відбувається активне використання містобудівних ресурсів, що, в свою чергу, потребує значного підвищення енергоефективності та екологічної стійкості.

Основна частина. Основні причини актуальності дослідження для міста Дніпро.

1) Урбанізація та зростання населення міста.

Дніпро як важливий промислово-економічний та транспортний вузол Центральної України продовжує залучати мешканців та бізнес; зростає попит на житло, транспорт, соціальні об'єкти та рекреаційні зони. Якісне планування допомагає запобігати заторам на основних магістралях, поліпшити доступність до центрів міста та районних сервісів.

2) Економічна ефективність.

Рациональна структура використання землі та вдосконалені схеми зонування знижують витрати на будівництво й обслуговування інфраструктури у будівельних проектах Дніпра.

Готовність адаптувати плани під зміни попиту та інвестиційні можливості міста.

3) Соціальна справедливість та інклюзивність.

Планування з урахуванням потреб різних груп населення зменшує соціальні нерівності між районами (наприклад, між централізованими районами та спальних мікрорайонів).

Забезпечення доступності інфраструктури та послуг для людей з обмеженими можливостями, сімей із дітьми та населення, що проживає в віддалених районах.

4) Екологічна стійкість.

Інтеграція зелених зон, міського озеленення та систем управління водами з огляду на кліматичні зміни. Заходи щодо зниження енерговитрат, впровадження енергоефективних будівель та використання відновлюваних джерел у нових проектах.

5) Управління ризиками та адаптація до кліматичних викликів.

Функціональні та резервні маршрути при надзвичайних ситуаціях, інтеграція інфраструктур для безпеки пересування та евакуації. Моніторинг стану інженерних мереж та швидке оновлення планів відповідно до змін клімату та містобудівних потреб.

6) Інноваційний та сталий розвиток.

Використання сучасних методик моделювання потоків в місті та активна громадська участь для затвердження прозорих рішень. Інтеграція з регіональними та міжрегіональними програмами розвитку для посилення сталості Дніпра як міста-партнера в рамках великої агломерації.

Практичне значення розглянутих складових для Дніпра.

Планувальна якість прямо впливає на доступність, мобільність, безпеку та якість життя мешканців Дніпра. Вона формує базу для довгострокових інвестицій, розвитку бізнесу та залучення громад у різних районах міста. В умовах обмежених ресурсів міста якісне планування дозволяє досягати більшого з меншими витратами.

Висновки. Актуальність теми зумовлена необхідністю забезпечити в Дніпрі стійке, інклюзивне та економічно ефективно середовище проживання.

Оцінка якості планувальної організації територій є ключовим інструментом для досягнення цілей сталого розвитку міста та мінімізації ризиків у майбутньому.

ДЕТАЛІЗОВАНИЙ АНАЛІЗ ПРИЧИН НЕДОЛІКІВ В ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНОГО РУХУ В МІСТІ. ДНІПРО

**Чернозіпунніков Д.Л., Макаренко М.С., Давидова Є.О. керівники: проф. Саньков П.М.,
керівник спортивного комплексу ННІ ПДАБА Макаренко Є.Є., доц. Ткач Н.О.
Український державний університет науки і технологій**

Актуальність. Дніпро — багатофункціональний мегаполіс із розвиненою промисловістю й логістикою, де перетинаються магістральні автомобільні та залізничні коридори, а також міститься потенціал річкового транспорту. Просторова структура міста історично формувалася як система берегових терас і радіально-кільцевих зв'язків, «зшитих» мостовими переходами. За останні десятиліття зростання автомобілізації, субурбанізація та точкова (інколи хаотична) забудова змінили баланс навантаження на вулично-дорожню мережу.

Мета. Провести науково-обґрунтований аналіз проблем містобудівної організації транспортного руху на території м. Дніпра, що допоможе забезпечити безпечну, екологічну та ефективну мобільність, інтегровану з просторовою структурою міста, і підготувати набір

реалістичних заходів на коротко-, середньо- та довгострокову перспективу розвитку міста.

Основна частина. Для досягнення мети авторами роботи сформульовані наступні завдання:

1. Аналітика простору та потоків.

- Інвентаризація вулично-дорожньої мережі (класи, швидкісні режими, перетини).
- Виділення «вузьких місць» і пікових навантажень; аналіз мостових підходів.
- Карта попиту поїздок (житло/робота/послуги) і генераторів трафіку (освіта, ТРЦ, промвузли).

2. Оцінка мережі громадського транспорту й пересадкових вузлів.

- Швидкість, інтервал, надійність, зручність пересадки, бар'єри доступності.
- Перспективи виділених смуг/пріоритету на світлофорах, інтеграція річкового сполучення.

3. Нормативно-методична база та бенчмарки.

- Актуальні ДБН/ДСТУ (планування вулиць, організація руху, БДР, велоінфраструктура).
- Міжнародні підходи: Vision Zero, SUMP, NMT (*non-motorized transport*), LTN (*low-traffic neighbourhoods*), *complete streets*.

4. Моделювання та сценарії.

- Побудова базового сценарію («як є») і варіантів із пріоритетом ГТ/НУДР.
- Оцінка впливу: час у дорозі, пропускна здатність, безпека, екологія, економіка.

5. Пакет містобудівних рішень.

- Коридорний підхід (магістральні осі з вузлами пересадки, *last-mile*).
- Інженерно-організаційні заходи на перехрестях і підходах до мостів.
- Політика паркування (зони, тарифи, резидентні перміти, «Park&Ride»).
- Мережа вело- та пішохідних зв'язків, безпечні шкільні маршрути.

6. ІТС та цифрова підтримка.

- Адаптивне регулювання, датчики/камери трафіку, пріоритет ГТ, відкриті дані.
- Інформаційні сервіси для пасажирів у режимі реального часу.

7. Етапність упровадження та управління змінами.

- Швидкі заходи (0–12 міс.), структурні (1–3 роки), капітальні (3–7 років).
- KPI/моніторинг, *before/after* оцінювання, комунікація з громадою.

Основні проблеми, що зумовлюють потребу дослідження:

1. **Нерівномірність навантаження та обмежена пропускна здатність** ключових коридорів (центральні проспекти, мости, підходи до промислових і складських зон).

2. **Фрагментація мережі громадського транспорту** та слабка привабливість сервісу у «точках болю» (час очікування, швидкість комерційного рейсу, зручність пересадки).

3. **Паркувальний дефіцит і відсутність керування попитом** (динамічне ціноутворення, резидентні перміти, *enforcement*), що блокує смуги руху й зупинки.

4. **Низька безпека НУДР** (пішоходи/велосипедисти): конфліктні геометрії перехресть, відсутність фізичного розділення, слабка освітленість.

5. **Відсутність інтегрованого моніторингу і моделювання**, необхідних для оцінки ефектів (до/після) і проєктування сценаріїв (мікроскопічне/мезоскопічне моделювання).

6. **Невідповідність забудови принципам TOD**, яка генерує зайві поїздки та «порожні кілометри» (віддалені житлові ареали без сервісів і транспорту).

7. **Екологічні витрати заторів**: локальні перевищення шуму/NOx/PM, теплові островці, втрата часу та продуктивності.

Очікувані результати і практичне значення

- **Аналітична модель** транспортної системи Дніпра з виділенням критичних коридорів і вузлів.

- **Сценарії оптимізації** з кількісною оцінкою ефектів для часу поїздки, безпеки та екології.

- **Коридорна програма** (пріоритезація інвестицій): де виділена смуга/BRT, де геометрична реконструкція, де зміна організації руху дає найбільший ефект.

- **Політика паркування** та «Park&Ride», що зменшує тиск на центр і покращує роботу ГТ.

- **План інтеграції НУДР** (безперервні веломаршрути, безпечні переходи, «спокійні вулиці»).

- **Дорожня карта ІТС**: адаптивні світлофори, пріоритет ГТ, дані/дешборди для управління.

- **Втілення у містобудівну документацію** (Генплан, ДПТ, Програма мобільності) та підготовка до поетапного фінансування.

Критерії успіху впровадження результатів дослідження

- Скорочення середнього часу поїздки на ключових коридорах у піку (на X–Y%).
- Зростання частки поїздок громадським/активним транспортом (на A–B п.п.).
- Зменшення ДТП із тяжкими наслідками на перетинах-пріоритетах (на C–D%).
- Зниження затримок ГТ і підвищення регулярності рейсів.
- Зменшення нелегального паркування та збільшення обігу місць у ділових зонах.
- Поліпшення локальних екологічних показників (NOx/PM/шум) у «червоних зонах».

Межі та припущення дослідження

- Акцент на міській мережі (вулиці, перехрестя, пересадкові вузли) з урахуванням підходів до мостів і зв'язків між берегами.

- Узгодження з чинними ДБН/ДСТУ; за колізій — пріоритет безпеки та людиноцентричності.

- Моделювання виконується для пікових часових інтервалів із подальшою екстраполяцією.

- Соцекономічні сценарії (післявоєнне відновлення, релокації) — як змінні параметри попиту.

Висновки. 1. Актуальність теми для Дніпра обумовлена системним дисбалансом потоків, «вузькими місцями» на підходах до мостів/центру, слабкою інтеграцією видів мобільності, дефіцитом управління паркуванням і цифрових ІТС.

2. «Точкові» дорожні проекти без зміни пріоритетів мобільності дають короткочасний ефект і часто програють за LCC

.Перелік посилань:

1. ДБН Б.1.1-14-2012 Склад та зміст детального плану території. Чинний з 1 жовтня 2012 року. Версія зі Зміною №1 чинна від 1 травня 2018 р.

2. ДБН Б.1.1-21-2017 Склад та зміст схеми планування території, на якій реалізуються повноваження сільських, селищних, міських рад. Уведено вперше. Чинний з 1 липня 2018

ЗЕЛЕНА АРХІТЕКТУРА ЯК ШЛЯХ ДО СТІЙКОГО МАЙБУТНЬОГО

Усенко М.О., керівник ст. викл. Славінська Г.М.
Український державний університет науки і технологій

Актуальність: В сучасному світі особливо гостро постає проблема гармонійного існування людей в природі. Щороку людська діяльність спричиняє посилення кліматичних змін: підвищення температур, екстремальні погодні явища, деградацію довкілля. Усе це змушує переосмислити роль архітектури у формуванні безпечного й стійкого середовища для життя.

Основна частина: Традиційні підходи до будівництва лише поглиблюють проблеми, адже будівлі споживають значні обсяги енергії та води, сприяють утворенню “теплових островів” та зменшують площу зелених зон. У результаті погіршується якість життя мешканців і зростає екологічне навантаження на планету.

У багатьох країнах викиди парникових газів від будівель перевищують 20%, що ставить завдання зменшення впливу будівельної сфери на забруднення атмосфери. Для цього існують різні заходи підвищення енергоефективності[1]: зменшення викидів парникових газів, що виникають під час виробництва, транспортування та монтажу будівельних матеріалів; скорочення викидів у процесі експлуатації будівель завдяки впровадженню енергоефективних технологій і систем; а також адаптація архітектурних рішень до нових кліматичних умов. Усі ці кроки спрямовані на мінімізацію негативного впливу будівництва на довкілля та підвищення стійкості середовища.

Зелена архітектура це сучасний напрям проектування та будівництва, що поєднує в собі екологічні технології та раціональне використання ресурсів. Будівлі, створенні згідно принципів зеленого будівництва - високоефективні будівлі, що мають обмежений вплив на довкілля та найменші витрати на життєвий цикл будівлі.

Серед основних принципів зеленої архітектури відзначають раціональне використання енергії та води; застосування екологічних матеріалів; збереження та інтеграція природи шляхом проектування зелених дахів та фасадів, внутрішніх дворів а також збереження існуючих зелених зон; адаптація до кліматичних змін - створення будівель, стійких до екстремальних погодних умов і нових кліматичних викликів.

Одним з ефективних рішень щодо збереження енергії для опалення, гарячої води та електроенергії є концепція “пасивного будинку”. Основними принципами пасивного будинку є висока теплоізоляція, герметичність будівлі, енергоефективні вікна та орієнтація будинку, система вентиляції з рекуперацією тепла, використання відновлювальних джерел енергії, комфорт і стабільний мікроклімат, а також мінімальне споживання енергії - стандарт вимагає ≤ 15 кВт·год/м² на рік для опалення та ≤ 120 кВт·год/м² на рік для всіх потреб [2]. Одним з прикладів втілення принципів зеленої архітектури є споруди, які протягом усього життєвого циклу не створюють чистих викидів CO₂, через що їх називають «безкарбонowymi будинками». Вони поєднують енергоефективні технології з використанням відновлюваних джерел енергії. Часто такі будинки розташовують поруч із сонячними, вітровими чи геотермальними станціями, щоб напряду отримувати «чисту» енергію. Це зменшує втрати під час транспортування та підвищує енергетичну незалежність. Досягнення нульових викидів вимагає поєднання високої енергоефективності, електрифікації та використання відновлюваних джерел енергії [3]. У результаті будівлі стають не лише екологічними, а й економічно вигідними та стійкими до змін клімату.

Еталоном “пасивного будинку” став найперший Passivhaus в Дармштадті, Німеччина адже саме на його основі були сформовані критерії “пасивного будинку”(рис.1). Як результат - споживання енергії на опалення становило менше 15 кВт·год/м² на рік, що стало стандартом для всіх наступних пасивних будинків.



Рис. 1 “Passivhaus”, Дармштадт, Німеччина, В. Файст

Естетика зеленої архітектури полягає у прагненні поєднати функціональність із природною гармонією. Такі будівлі не лише зменшують негативний вплив на довкілля, а й створюють відчуття відкритості та єдності з природою завдяки використанню натуральних матеріалів, великої кількості світла та інтеграції зелених елементів у фасади й дахи. Вони формують простір, у якому екологічність стає частиною візуальної мови архітектури, а краса поєднується з доцільністю. Таке об'єднання ми можемо побачити на прикладі проекту Bosco Verticale в Мілані (рис.2)- «вертикальний ліс», що містить понад 800 дерев, 4 500 кущів і 20 000 рослин, еквівалентних п'яти гектарам парку, але розміщених на площі лише 1 000 м² [4].

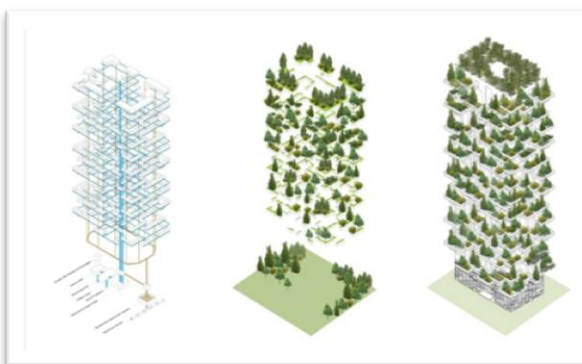


Рис. 2 Bosco Verticale, Мілан, Італія, Boeri Studio

Висновки: Зелена архітектура стала сучасною відповіддю на екологічні виклики, адже поєднує енергоефективність, відновлювані джерела енергії, екологічні матеріали та інтеграцію природи у міський простір. Подальший розвиток енергоефективних будівель в Україні залежить від оновлення нормативної бази, економічної підтримки та підготовки фахівців. У перспективі зелена архітектура може стати основою створення міст, гармонійних із природою та стійких до кліматичних викликів.

Використані джерела

1. Катола Х. О. Сучасні тенденції проектування “Зеленої архітектури”/Х. О. Катола //“Актуальні питання сучасної науки”–Херсон: Видавничий дім “Гельветика”, 2014
2. Passivhaus Institut. Passive House Requirements.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm
3. Energy Transitions Commission. Achieving Zero-Carbon Buildings: Electric, Efficient and Flexible (2025).[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.energy-transitions.org/publications/achieving-zero-carbon-buildings>. Stefano Boeri Architetti. Bosco Verticale Project. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.stefanoboeriarchitetti.net/en/project/vertical-forest>.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОБЛЕМІ ЗАХИСТУ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**Єрмаков Р.В., Ігнатено Н. А., Лопатін І.О., керівник доц. Козачина В.А.
Український державний університет науки і технологій**

Актуальною проблемою залишається питання оцінювання впливу різних видів транспорту на забруднення навколишнього середовища. У наш час залізничний транспорт та автомобільний займають головне місце за об'ємом вантажних перевезень.

Для аналізу впливу викидів з автомобільного транспорту розроблена комп'ютерна програма, що реалізує розрахунок поширення домішки на базі моделі Гауса. Дана комп'ютерна програма адоптована на проведення серійних розрахунків з метою оцінювання рівня забруднення ділянок, що розташовані біля автотраси.

В доповіді також представлено комплекс математичних моделей, що дозволяє визначати вплив рухомого складу залізниць на забруднення навколишнього середовища. Відомо, що в процесі роботи тепловозів в атмосферу потрапляють продукти згорання дизельного палива. Розсіювання цих продуктів призводить до забруднення атмосферного повітря і підстильної (земної) поверхні. В наслідок цього виникають дві важливі задачі. Першою задачею – є необхідність прогнозування рівня забруднення довкілля з метою визначення інтенсивності цього забруднення та оцінки маси того чи іншого забруднювача, який потрапив на земну (підстильну) поверхню. Другою задачею – є економічна оцінка збитку, нанесеного навколишньому середовищу. В даний час, в Україні, відсутня науково-обґрунтована методика, яка б дозволяла вирішити перераховані задачі з урахуванням нестаціонарної емісії небезпечних речовин від рухомого джерела.

Іншою проблемою на залізниці є забруднення навколишнього середовища при транспортуванні сипучих вантажів. При транспортуванні вугілля має місце інтенсивне пилове забруднення довкілля. Тому виникає важлива проблема оцінки рівня забруднення довкілля при руху потягу з вугіллям та розробка методів, що дозволяють зменшити винос вугільного пилу з вагонів.

У доповіді розглядаються математичні моделі для вирішення перерахованих задач. Для оцінки рівня забруднення довкілля при роботі тепловозів здійснюється чисельне інтегрування тривимірного та двовимірного рівнянь конвективно-дифузійного переносу домішки в атмосферному повітрі. Додатково, використовуються рівняння, що дозволяють розрахувати процес трансформації домішок в атмосферному повітрі (викиди від тепловозу). Побудована чисельна модель дозволяє врахувати:

1. Інтенсивність викиду продуктів згорання від тепловозу.
2. Стан атмосфери, швидкість та напрям вітру.
3. Швидкість руху тепловоза, маршрут руху.

Також розроблена чисельна модель для оцінювання рівня забруднення повітря при емісії вугільного пилу з вагону. Моделюючі рівняння - це двовимірне рівняння конвективно-дифузійного переносу домішки в атмосфері та рівняння Лапласу для потенціалу швидкості. На базі рівняння для потенціалу швидкості розраховується поле швидкості повітряного потоку біля вагону.

Для чисельного інтегрування моделюючих рівнянь використовуються кінцево-різницеві схеми. Здійснена програмна реалізація побудованих чисельних моделей.

На базі розроблених чисельних моделей можна вирішувати такі задачі:

1. Моделювання забруднення атмосферного повітря від рухомого потягу з вугіллям.

2. Моделювання забруднення атмосферного повітря при роботі тепловозів.
3. Оцінювання рівня забруднення підстильної поверхні в транспортному коридорі.

За допомогою розроблених чисельних моделей здійснені прогнози розрахунки по визначенню зон забруднення атмосфери при роботі маневрових тепловозів на залізничній станції «Дніпро Вантажний». Розрахунки дали можливість визначити найбільш «вразливі» області забруднення навколишнього середовища для певних метеоумов регіону.

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ СИТУАЦІЯХ

**Ворнічесько В.Г., Галиченко С.О., Дробот В.О., керівник проф. Біляєв М.М.
Український державний університет науки і технологій**

Транспортування небезпечних вантажів завжди має ризик появи екстремальної ситуації. Небезпечними вантажами, наприклад, є:

1. агресивні рідини
2. вибухонебезпечні речовини
3. зріджений аміак

Також до транспорту відносяться трубопроводи, що здійснюють перекачку вибухонебезпечних газів. При виникненні екстремальної ситуації на транспорті може мати місце забруднення:

1. Грантів
2. Атмосферного повітря.
3. 3. Акваторії різних водоймищ.
4. Підземних вод.

Крім цього, особливо небезпечні екстремальні ситуації, що приводить до вибухів, появи ударної хвилі.

Для вирішення комплексу специфічних задач в галузі охорони навколишнього середовища розроблен пакет комп'ютерних програм. Цей пакет містить об'єднання декількох математичних моделей:

1. експрес модель для визначення надлишкового тиску за фронтом ударної хвилі при вибуху тротилу або інших вибухонебезпечних речовин.
2. експрес модель для визначення надлишкового тиску при вибуху газової суміші.
3. експрес модель для визначення ризику термічного ураження людей при появі вогняної кулі (горіння вантажу).
4. аналітична модель динаміки токсичної хмари в атмосферному повітрі при аварійному викиді хімічно небезпечної речовини.
5. аналітична модель для прогнозу забруднення підземних вод при аварійному розливі хімічно-небезпечної речовини.

За допомогою розробленого пакету програм можна здійснити комплексне оцінювання імовірності ураження населення у випадку появи вражаючих факторів та оцінити розміри ділянок підстильної поверхні, що попали в зону впливу джерела емісії небезпечної речовини. Крім цього, пакет програм дає можливість визначити час, коли потрібно зробити евакуацію населення, щоб уникнути ураження при русі токсичної хмари в атмосферному повітрі.

КОМПЛЕКСНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ В ПРОБЛЕМАХ ОЧИСТКИ ВОДИ
Луценко Т.Д., Маштак Ю.Р., Панченко В.М., керівник ас. Козачина В.В.
Український державний університет науки і технологій

Якість води у природних водоймищах (річки, озера, акваторія моря) залежить від якості очищення стічних вод, що скидаються в акваторії. Тому очистка стічних вод та якість скидних вод являє собою головну задачу для вирішення питань збереження навколишнього середовища для майбутнього забезпечення споживачів питною водою.

Особлива увага приділяється якості та ефективності роботи різних споруд, які використовуються для очищення промислових і господарсько-побутових стічних вод на залізничному транспорті.

Проблеми скиду недостатньо очищених стічних вод у водойми, після очищення на станціях аерації, призводить до інтенсивного забруднення водного середовища. Ця проблема особливо гостро стала останнім часом, що зумовлено використанням старого, малоефективного устаткування на станціях аерації. На етапі проектування нових очисних споруд на станціях аерації або при реінжинірингу існуючих виникає важлива проблема оцінки ефективності роботи споруд в нових умовах експлуатації. Ефективним методом вирішення цієї проблеми є використання математичних моделей. Однак слід зазначити, що в даний час до таких моделей пред'являється ряд вимог, а саме: можливість обліку геометричної форми споруди, облік його роботи при різному навантаженні, можливість швидкої модифікації і налаштування математичної моделі на рішення нових завдань в рамках даної проблеми.

Розглядаються комп'ютерні моделі, розроблені для оцінки ефективності роботи горизонтальних, вертикальних відстійників і аеротенків. Розроблені математичні моделі засновані на застосуванні фундаментальних рівнянь механіки суцільного середовища. Для розрахунку поля швидкості в відстійниках і аеротенках використовується: 1) рівняння Нав'є-Стокса; 2) модель потенційної течії; 3) модель вихрових течій ідеальної рідини.

Для чисельного інтегрування застосовуваних рівнянь гідродинаміки використовуються неявні різницеві схеми. В якості моделі турбулентності використовується k-ε модель.

Процес перенесення домішки в спорудах моделюється рівнянням масопереносу. При цьому використовується дві моделі:

1) двовірне рівняння масопереносу (профільна задача), яке використовується при розрахунку процесів поширення домішки у відстійниках і аеротенках;

2) тривірне рівняння масопереносу, яке використовується при розрахунку процесів поширення забруднення, кисню, активного мулу в аеротенках.

Чисельне інтегрування моделюючих рівнянь переносу домішки здійснюється за допомогою неявних різницевоїх схем розщеплення. Особливістю застосовуваних різницевоїх схем є простота розрахункових залежностей, що дозволяє просту програмну реалізацію чисельних моделей. На основі створених комп'ютерних моделей розроблені спеціалізовані пакети програм для проведення обчислювальних експериментів на персональних комп'ютерах.

В доповіді представляються результати проведених обчислювальних експериментів. Метою експериментів була оцінка впливу установки додаткових елементів всередині очисних споруд на ефективність їх роботи. Розглядалися такі варіанти: 1) установка додаткових пластин в горизонтальний відстійник; 2) установка додаткових пластин в вертикальний відстійник; 3) установка додаткових пластин в аеротенк; 4) використання плаваючих елементів з активним мулом. Ці елементи дрейфують в аеротенках та забезпечують більше очищення стічних вод.

Отримані результати свідчать про те, що застосування додаткових елементів дозволяє підвищити ефективність очищення стічних вод, це означає, що на виході зі станції аерації стічні води будуть мати менший ступінь забруднення, а значить, техногенне навантаження на водойму буде зменшена.

У доповіді також представлені результати проведених лабораторних експериментів, які підтвердили результати обчислювальних експериментів.

ПРОБЛЕМИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ

Попов М.В., Савченко Д.В., Янишівський М.В., керівник доц. Машихіна П.Б.

Український державний університет науки і технологій

Водні ресурси є стратегічним елементом існування країн світу. Одним з пріоритетних завдань раціонального використання і охорони водних ресурсів є узгодження інтересів бізнесу і оздоровлення навколишнього середовища, участь підприємців у розробці та реалізації механізму забезпечення та збереження водних ресурсів країни. При цьому збалансоване вирішення соціальних завдань на перспективу і збереження сприятливої якості водного та навколишнього середовища передбачає посилення екологічної складової в діяльності підприємств, а особливо автоматизованих комплексів на виробництвах з експлуатації автомобільного транспорту.

Як показує аналіз світового досвіду, одним з важливих інструментів регулювання політики в галузі водного господарства і забезпечення екологічної безпеки є впровадження на підприємствах систем раціонального використання водних ресурсів у замкнутому циклі.

Для очищення стічних вод від миття автомобілів прийнята схема з використанням флотаторів і фільтрів-сепараторів. Зневоднення осаду проводиться на фільтрах-транспортних.

Концентрації забруднень після очищення задовольняють якості оборотної води, яка подається на мийку автомобілів. Для очищення стічних вод, що містять миючі розчини від поста санообробки фургонів, застосовані ємність-відстійник для затримання жиру і пінний сепаратор для очищення від суспензій, жирів, розчину М - 72.

Стічні води, які повертаються після очищення в технологічний процес, за своїми забруднень задовольняють вимоги технологів.

Промивні стічні води від поста санітарної обробки фургонів очищаються від суспензій і жирів на пінному сепараторі і нейтралізуються сірчаною кислотою в горизонтальних гумованих ємностях.

Після очищення і нейтралізації промивні стічні води відстоюються і скидаються в побутову каналізацію з концентрацією забруднень, що не перевищує норми щодо скидання виробничих стоків в каналізацію населених пунктів.

Побутові стічні води корпусу мийки скидаються в однойменну мережу автогосподарства.

Очисних споруд для стічних вод від поста обробки фургонів, що перевозить харчові продукти, немає.

На автостоянках з перевезення продовольчих товарів, прибирання фургонів проводиться вручну з обполіскуванням водою, без застосування миючих і дезінфікуючих розчинів.

Вперше в проекті приймальний резервуар розміщений на лінії мийки, що зменшило глибину самого резервуара. Одночасно в приймальному резервуарі передбачається гідрозатор при обслуговуванні машин що працюють на зрідженому газі.

Прогресивність полягає також в проектуванні двох самостійних, оборотних

систем: для мийки автомобілів і для мийки внутрішньої поверхні фургонів.

Створення оборотних систем дозволяє не тільки економити свіжу воду $401 \text{ м}^3 / \text{добу}$, 122 тис.м^3 в рік, а й економити 1500 м^3 в рік дефіцитного технологічного розчину. Коефіцієнт використання води в обороті дорівнює 0,86.

Наведені схеми по очищенню миючих розчинів і промивних вод від поста санітарної обробки фургонів, що перевозить харчові продукти. У схемах використаний пінний само всмоктувальний сепаратор. Миючий розчин після очищення використовується багаторазово в оборотному циклі.

У доповіді також представлені розроблені математичні моделі для експрес розрахунку споруд систем водовідведення. Здійснена програмна реалізація побудованих математичних моделей та наведені приклади їх застосування. Особливістю побудованих математичних моделей є швидкість розрахунків на комп'ютерах малої та середньої потужності. Розроблені математичні моделі можуть використовуватися як «operational models» при проведенні проектних робіт.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ЯКОСТІ ВОДИ

Козачина В.В., Матусевич М.О., керівник проф. Біляєв М.М.

Український державний університет науки і технологій

Розглядається проблема розрахунку динаміки ґрунтових вод на підтопленій території при роботі локального дренажу. В рамках даної проблеми виникають наступні задачі:

1. Оцінювання ефективності роботи дренажної системи при різному розташуванні дренажної системи.

2. Зниження рівня забруднення агресивних підземних вод, що потрапляють в дренажну систему.

Складність рішення даних задач полягає в тому, що при наявності забудови на підтопленої території неможливо використовувати існуючі нормативні методики для розрахунку дренажу та рішення вказаних задач. Тому виникає потреба розробки спеціалізованих математичних моделей для оцінювання зміни, з часом, рівня ґрунтових вод на підтопленій території. Мета роботи – розробка чисельних багато параметричних моделей та створення на їх базі комп'ютерних кодів для прогнозування зміни рівня ґрунтових вод при роботі дренажу та оцінювання ефективності проникних бар'єрів (reactive barrier) для захисту системи дренажу від потрапляння в систему агресивних підземних вод.

Для розрахунку динаміки ґрунтових вод при роботі водознижуючих свердловин та для моделювання роботи проникного бар'єру використовується:

1. Рівняння фільтрації для безнапірного підземного потоку.
2. Рівняння геоміграції.
3. Рівняння для потенціалу швидкості.
4. Рівняння кінетики, що описує процес взаємодії агресивної домішки та нейтралізатора в проникненому бар'єрі.
5. Рівняння енергії для опису процесу заморожування ділянки підземних вод для підготовки дренажу.

Для чисельного інтегрування рівняння фільтрації безнапірних підземних вод використовується локально-одновимірною кінцево-різницевою схемою розщеплення. Для чисельного інтегрування рівнянь тепломасопереносу в ґрунтових водах при роботі дренажу, використовується кінцево-різницева схема розщеплення. Змінно – трикутні кінцево-різницева схема та метод Лібмана використовуються для чисельного інтегрування рівняння для потенціалу швидкості.

Розроблені комп'ютерні програми, що реалізують розроблені чисельні моделі. Ці комп'ютерні програми відносяться до класу «operational models» для проведення розрахунків на етапі «фор - ескіз».

Представлені результати обчислювального експерименту.

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ВОДОКОРИСТУВАННЯ КОТЕДЖНИХ СЕЛИЩ
Шапошник А.Р., Коломоєць А.В., керівник ас. Міщенко Т.В.,
Український державний університет науки і технологій

Проблема водопостачання котеджних селищ, як правило, вирішується ще на етапі забудови бурінням артезіанської свердловини глибиною 100-150 метрів. Майже завжди в природній артезіанській воді містяться солі жорсткості, іони заліза і марганцю, фториди, шкідливі органічні сполуки, хвороботворні організми і т.д. Більш того, якщо поблизу селища вже знаходяться житлові і виробничі споруди, великий ризик наявності в воді антропогенних забруднень: важкі метали, нітрати, нафтопродукти і т.д.

В якості альтернативи підземним водам можна використовувати водозабір з водойм і підключення до міських систем водопостачання. Але всі методи мають свої мінуси у вигляді високої вартості, перебоїв з подачею і не завжди відповідною якістю води. Кожен з перерахованих вище методів також не може обійтися без додаткового обладнання водоочистки.

Для очищення питної води в замських котеджах використовують практично весь спектр доступного устаткування: від зворотного осмосу, до аераційних колонок і сорбційних фільтрів. Оскільки найчастіше водозабір забезпечується з природних джерел, обов'язкова наявність фільтра попереднього механічного очищення і механізмів знезараження води.

Підбір обладнання здійснюється на основі даних аналізу вихідної води. У більшості випадків для досягнення прийнятної якості води досить організувати станцію пом'якшення води. А коли мова йде про високий вміст хімічних речовин у воді варто розглянути мембранні методи фільтрації, аж до зворотного осмосу з подальшою мінералізацією.

Системи водопостачання для забезпечення котеджів чистою водою буде недостатньо. Навіть в умовно ідеальному з екологічної точки зору місці потрібно базове очищення води від сторонніх домішок.

Все починається з аналізу вихідної води. Хімічного і бактеріологічного. Перелік необхідного обладнання складається вже виходячи з виявлених проблем. Дуже важливо ще на етапі проектування об'єктивно оцінити необхідну продуктивність системи і швидкість очищення. Якість вихідної води може погіршитися, і це потрібно передбачити заздалегідь, заклавши похибки при підборі обладнання.

Після того як лінії водопостачання і станція водопідготовки спроектована, проводиться доставка і монтаж підібраного обладнання згідно з проектом. Ну і завершальним етапом стануть пусконаладжувальні роботи. Потрібно переконатися в правильності роботи обладнання, відсутності протікання в сполучних вузлах і якості одержуваної води.

Системи водопостачання та водоочищення, як і будь-яке інше обладнання, потребують планової діагностики і технічному обслуговуванні. Періодичне ТО системи водопідготовки для котеджних селищ включає в себе:

- Аналіз води до і після очищення;
- Хімічну промивку фільтрів (а при необхідності і заміну);
- Оновлення витратних матеріалів (завантаження реагентів, картриджі фільтрів і т.д.)

- Перевірку функціональності блоків управління;
- Перевірку вимірювальних приладів;
- Оцінку стану вузлів, труб, робочих ємностей і допоміжного обладнання

Техобслуговування системи водопідготовки проводиться відповідно до регламентованих термінами по паспорту обладнання. Але зміна умов роботи, наприклад, погіршення показників вихідної води або збільшення обсягів споживання води скоротить експлуатаційні терміни і періоди обслуговування. Коректно оцінити поточний стан елементів системи і призначати дату подальшого обслуговування може тільки кваліфікований фахівець. В ідеалі, з тієї ж компанії, яка виробляла поставку і монтаж обладнання.

У доповіді представлені технологічні рішення проблем водокористування на прикладі котеджного селища «Рів'єра», а також розрахункові показники водокористування з використанням обчислювального експерименту.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОПИТУ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ПРИКЛАДІ КРИНИЧАНСЬКОГО РАЙОНУ

Цуркан В.В., Середін Б.В., Набієв Заур Шовгли Огли., керівник доц. Машихіна П.Б.

Український державний університет науки і технологій

Водогосподарські комплекси мають бути доступно достатніми в кількості безпечної води для забезпечення основних потреб людини та цілісності екосистеми, що вимагає управління наявною водою та пов'язаними з нею ресурсами в рамках інтегрованого, всеохоплюючого та спільного підходу. Величезні інвестиції вкрай необхідні для інфраструктури, систем очисних споруд та переробки води. АЕС може зіткнутися з низкою проблем, пов'язаних з багатьма факторами забезпечення якісного, ефективного, надійного, стійкого та стійкого водопостачання для сучасного та майбутніх поколінь. Сільські райони стикаються з більшими фінансовими та технічними труднощами, ніж міські, заможніші міські райони мають більший фінансовий потенціал та технічний досвід, ніж бідні сільські громади, щоб залучити капітал, необхідний для водної інфраструктури. Досягнення водного господарства вимагає величезних зусиль капіталовкладення та належне управління. Величезні інвестиції вкрай необхідні для інфраструктури, систем очисних споруд та переробки води. На розвиток водного сектору впливає стійкий розвиток інших секторів. Нестабільна діяльність з розвитку дуже загрожує кількості та якості відновлюваних прісноводних ресурсів. Різні рушійні сили загрожують стійкості водогосподарських комплексів, такі як тривожне збільшення населення, високі темпи урбанізації, значний земельний покрив та зміна клімату, високий попит на нові енергоносії та погане управління. Ці рушійні фактори спричиняють дедалі частіший дефіцит води, повені та посуху, згубний стік, прибережну гіпоксію та виснажені водоносні горизонти.

Іншою проблемою водопостачання є відсутність відповідної політики та програм, що враховують різноманітність сільських територій. Невеликі сільські громади є найбільш вразливими до забруднення води. Крім того, вони намагаються забезпечити необхідні кошти на інфраструктуру, необхідну для вдосконалення систем очищення та подачі води, і, отже, не відповідають нормам якості питної води.

Кількісне та якісне дослідження, проведене щодо двох слищ водопостачання (Криничанського району), з урахуванням аспектів інфраструктури, навчання людських ресурсів, збору доходів, якості води та підтримки після будівництва. У результаті висновку було зроблено висновок, що існує потреба у розробці політики та програм, що враховують різноманітність сільських територій, щоб сприяти сталому

забезпеченню водопостачання. Тому існує нагальна потреба перейти до використання показників адаптивного потенціалу.

У швидкозростаючих регіонах моделювання попиту та пропозиції на воду надзвичайно важливо. Прогноз потреби у воді відіграє вирішальну роль для постачальників послуг з водопостачання у плануванні, проектуванні та управлінні водогосподарськими активами питної води. Однак точне прогнозування завжди є складним завданням через те, що моделі прогнозування вимагають одночасного врахування ряду факторів, що впливають на попит та структуру пропозиції води. Деякі фактори включають кліматичні зміни, економічний розвиток, приріст населення, міграцію та поведінку споживачів.

У доповіді розглянуті основні питання раціонального водокористування, а також приведено динаміку змін попиту водокористування для населення Криничанського району, приведені чисельні розрахунки водоспоживачів з подальшим аналізом.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ РІШЕННЯ СУЧАСНИХ ЗАДАЧ ГІДРОГАЗОДИНАМІКИ

**Вахрушев В.В., Лаврентьєв М.Д., Степанчук Б.Д., керівник доц. Семененко П.В.,
Український державний університет науки і технологій**

Розглядаються математичні моделі для аналізу пилового забруднення (задача мікроклімату) всередині головного обтічника. На етапі передстартової підготовки необхідно виконати жорсткі умови щодо умов навколишнього середовища всередині головного обтічника, де знаходиться космічний апарат. Дуже важливо передбачити концентрацію пилу біля поверхонь космічного апарата під час примусової вентиляції. Постає актуальна науково-технічна задача – моделювання прогнозованого рівня пилового забруднення повітря на визначених особливо «чутливих» поверхнях.

Тривала вентиляція головного обтічника може призвести до забруднення пилом чутливих поверхонь космічного апарата. Особливо чутливими поверхнями супутника є: сонячні батареї, оптичні інструменти, рефлектори передавачів сигналів та чутливі сенсорні елементи. Тому, важливим, практичним завданням є прогнозування рівня пилового забруднення супутника всередині головного обтічника під час його примусової вентиляції. Особливо важливим можна вважати визначення зон, де може бути небезпечне накопичення пилу.

Для прогнозування пилового режиму головного обтічника ракети-носія розроблена чисельна модель. Моделюючи рівняння:

- рівняння масопереносу пилу (враховує перенос пилу за рахунок конвекції, дифузії та гравітаційного осадження);
- рівняння для потенціалу швидкості (визначення поля швидкості повітряного потоку при обтіканні супутника в головному обтічнику);
- емпіричні залежності, що допомагають визначити інтенсивність осадження пилу на поверхню супутника.

Представлено результати чисельних експериментів, які були проведені з використанням розроблених чисельних моделей, для двох сценаріїв. Обчислювальні експерименти проводилися для супутників всередині головного обтічника ракети-носія CYCLONE-IV. Розглянуто два випадки, коли супутник, що розташований всередині

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ КОМП'ЮТЕРНОГО АНАЛІЗУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ПЕЧАХ

Рибак М. О., керівник проф. Біляєва В. В.

Український державний університет науки і технологій

У процесі проектування та подальшої експлуатації високотемпературних печей одним із ключових завдань виступає зменшення теплових втрат, що дає можливість підвищити їх енергоефективність і скоротити витрати палива. Для досягнення цієї мети широко застосовуються футерувальні та теплоізоляційні матеріали, а також додаткові конструктивні елементи, зокрема фальш-кожух. Фальш-кожух являє собою металевий екран, розташований із проміжком від основної футеровки печі. Його головне призначення полягає у зниженні теплових втрат, вирівнюванні температурних навантажень і забезпеченні більш однорідного нагрівання зовнішніх поверхонь агрегату. При цьому результативність такої конструкції значною мірою визначається товщиною зазору між кожухом і футеровкою, оскільки цей параметр впливає на швидкість циркуляції повітря у проміжку, інтенсивність тепловіддачі та розподіл температурних градієнтів у шарах футеровки.

У високотемпературних печах процеси теплообміну відбуваються за участю кількох механізмів, які діють паралельно. У робочій камері тепло надходить до стінок футеровки внаслідок конвекції та теплового випромінювання. Далі воно проходить крізь шари футеровки й теплоізоляції шляхом теплопровідності, після чого частина енергії передається у проміжок між футеровкою та фальш-кожухом. У цьому просторі теплообмін здійснюється комбіновано: за рахунок випромінювання між поверхнями, теплопровідності через повітряний прошарок та природної конвекції. Завершальним етапом є передача тепла від фальш-кожуха у навколишнє середовище.

Для математичного опису цих процесів використовуються моделі, що включають рівняння теплопередачі. Передача тепла від печі до футеровки враховує вплив конвекції та випромінювання, що визначається коефіцієнтом тепловіддачі та різницею температур між газовим середовищем і внутрішньою поверхнею футеровки. Для опису поширення тепла через футеровку застосовується рівняння Фур'є, згідно з яким теплопровідність залежить від фізичних властивостей матеріалів і товщини шарів. Теплопередача у зазорі між футеровкою та фальш-кожухом розраховується за допомогою числа Нуссельта, що характеризує ефективність теплообміну залежно від числа Релея, висоти футеровки та еквівалентного розміру зазору:

$$Nu = \frac{1}{15} \cdot \left(Ra \cdot \frac{h}{D} \right)^{0.4}, \quad (1.1)$$

де h – висота футеровки та зазору; $D=2\delta$ – еквівалентний розмір, що дорівнює подвійній товщині зазору δ , прийнятому за гідравлічним розміром щілини.

Число Ra прийнято рівним:

$$Ra = \frac{g \cdot (t_c - t_e) \cdot D^3}{\nu^3 \cdot (t_e + 273)} \cdot Pr, \quad (1.2)$$

де $t_c = \frac{t_3 + t_4}{2}$ – середня температура стінок зазору, t_3 – температура внутрішньої стінки зазору – теплоізоляції, t_4 – температура зовнішньої стінки зазору – фальш-

кожуху, t_z – середня температура повітря в зазорі, ν – кінематична в'язкість повітря за середньої температури в зазорі, Pr – число Прандтля повітря за середньої температури в зазорі.

Для тестування описаних теоретичних моделей були проведені обчислювальні експерименти. Під час розрахунків вивчався вплив товщини зазору між футеровкою та фальш-кожухом на температурний розподіл і теплові втрати. У печах опору приймалися різні відстані між шарами теплоізоляції та кожухом, а також проводився аналіз температури футеровки, фальш-кожуха, швидкості руху повітря в зазорі та теплових втрат через стінку печі. Результати показали, що зі збільшенням товщини зазору швидкість повітря всередині нього зростає, що сприяє зниженню температури фальш-кожуха. Оптимальний вибір товщини зазору дозволяє досягти значного зменшення теплових втрат без збільшення розмірів печі та без необхідності застосування додаткових теплоізоляційних шарів.

Аналіз результатів також показав, що тепло, яке виноситься повітрям у зазорі, може бути використане в системах рекуперації для додаткового зниження енерговитрат.

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР У ТЕПЛИЧНИХ СПОРУДАХ **Щербина С. А., керівник проф. Біляєва В. В.** **Український державний університет науки і технологій**

Забезпечення теплового режиму в теплицях є одним із ключових чинників створення оптимальних умов для вирощування рослин, особливо в період низьких температур. Від підтримання належної температури залежить інтенсивність росту, розвиток та врожайність культур, тому система обігріву має надзвичайно важливе значення. Для цього використовуються різні методи опалення, вибір яких визначається площею теплиці, кліматичними умовами та біологічними вимогами конкретних рослин.

У зв'язку з цим важливим питанням під час будівництва теплиць є проектування системи штучного нагріву ґрунту. Вона дозволяє забезпечити стабільне тепло в кореневій зоні, що має вирішальне значення для раннього росту рослин та підвищення їх продуктивності. Правильно організований підігрів ґрунту зменшує ризик переохолодження, сприяє швидшому розвитку культури та забезпечує рівномірний розподіл температури в зоні активної вегетації.

Для визначення температурних полів ґрунту при різних способах обігріву теплиць використовуються декілька методів. Огляд літературних джерел показав, що для моделювання розподілу температур у теплицях використовувався метод електротеплової аналогії. Але, він має декілька недоліків, які можуть обмежувати його застосування в деяких випадках. Серед них: обмежена точність, неспроможність врахування динаміки процесів, проблеми з інтеграцією інших важливих факторів, таких як вологість, рух повітря, сонячне випромінювання, які важко врахувати в рамках електротеплової аналогії.

У той же час проведення подібних досліджень у натурних умовах пов'язане з великими труднощами через необхідність багаторазових конструктивних переробок у системі опалення теплиці під час пошуку оптимального варіанта розміщення нагрівальних приладів.

Тому одним із найпоширеніших підходів є математичне моделювання температурного режиму тепличної споруди. Воно дозволяє прогнозувати, як тепло від нагрівальних приладів або систем підігріву ґрунту поширюється в різні його шари, що дає змогу визначити оптимальне розташування обігрівачів і контролювати тепловий режим.

У даній роботі як основне моделююче рівняння використовується двовимірне нестационарне рівняння теплопровідності. На базі розробленої математичної моделі проаналізовано температурний режим тепличної споруди.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГРІВУ ҐРУНТУ В ЗОНІ РОЗМІЩЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ТРУБОПРОВОДІВ

**Демченко Н. Ю., керівник проф. Біляєва В. В., доц. Губін О. І.
Український державний університет науки і технологій**

Прокладання водопровідних або каналізаційних мереж під землею є загальноприйнятою практикою. У сучасному світі більшість багатоквартирних будинків і приватних осель підключаються до центральних магістралей, що дозволяє уникнути встановлення локального насосного обладнання або облаштування котельень.

Підземна прокладка трубопроводів зазвичай здійснюється із використанням траншей (каналів), хоча існують і безтраншейні методи. Основною перевагою такого способу є захищеність комунікацій від зовнішніх пошкоджень. Водночас підземна прокладка потребує врахування багатьох важливих чинників, зокрема, правильного розрахунку глибини залягання труб.

Окрім цього, незалежно від обраного способу прокладання – траншейного чи безтраншейного – необхідно передбачити надійну теплоізоляцію трубопроводів. Адже вплив низьких температур у зимовий період або перегрівання труб улітку може призвести до порушення режимів роботи системи, втрат енергії або навіть до аварійних ситуацій. Для мінімізації таких ризиків застосовуються сучасні теплоізоляційні матеріали, які забезпечують збереження необхідного температурного режиму в трубопроводі.

Підземні трубопроводи широко застосовуються для транспортування рідин у різних сферах, зокрема у водо- й теплопостачанні, нафтогазовій галузі, а також на промислових підприємствах у складі технологічних систем. Їх ефективність і надійність залежать від багатьох чинників, зокрема від властивостей ґрунту, умов експлуатації, температурного режиму та конструктивних особливостей.

Під час проектування таких систем важливо враховувати теплообмін між ґрунтом і трубопроводом, адже він суттєво впливає на ефективність і економічність транспортування. Наприклад, однією з причин перевитрати палива, що використовується для виробництва теплової енергії, є підвищені теплові втрати в мережах теплопостачання.

Нині існує чимало досліджень, присвячених вивченню теплових режимів і втрат підземних трубопроводів. У них розглядаються різноманітні чинники, що впливають на експлуатацію таких систем: теплообмін у ґрунті, вологість ґрунту, сезонні коливання температури, конвективні потоки повітря в каналах, а також нестационарні процеси теплопереносу. Одним із характерних припущень при розрахунках є те, що на певній відстані від трубопроводу температурний градієнт у ґрунті прямує до нуля.

Розуміння цих фізичних процесів дозволяє створювати більш ефективні та довговічні системи трубопровідного транспорту. Завдяки чисельному моделюванню та застосуванню сучасних методів математичного аналізу можна передбачити зміну теплових характеристик у часі та просторі, а також оптимізувати конструкцію ізоляції й вибір матеріалів залежно від типу ґрунту, кліматичних умов та глибини залягання.

Метою даного дослідження є аналіз теплових режимів підземних трубопроводів при різних варіантах розташування з урахуванням їх теплофізичних властивостей.

На основі розробленої математичної моделі було проведено обчислювальний експеримент, на основі якого було надано оцінку динаміці прогріву ґрунту від

теплотраси. Наведено результати розрахунків щодо розподілу температури в зоні розміщення трубопроводу, зокрема розглядалося декілька сценаріїв його розташування. Проведено аналіз впливу кількості трубопроводів на прогрів ґрунту.

Наукове видання

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ СТУДЕНТІВ І МОЛОДИХ УЧЕНИХ
“НАУКА І СТАЛИЙ РОЗВИТОК ТРАНСПОРТУ 2025”
27 листопада 2025 року**

ЗБІРНИК ТЕЗ

Том 1

Відповідальний редактор Л.З.Мартінова
Комп’ютерна верстка Л.З.Мартінова
Дизайн обкладинки Л.З.Мартінова

Видавець: Український державний університет науки і технологій.
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, ауд. 263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи ДК №7709 від 14.12.2022