

УДК 351.746.1

Віктор КУПЕЛЬСЬКИЙ,
*Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

АНАЛІЗ НАУКОВО-МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ КОЛОНИ МАШИН ПРИКОРДОННОЇ КОМЕНДАТУРИ ШВИДКОГО РЕАГУВАННЯ ЗА ТАКТИКО- ТЕХНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Установлено напрями вдосконалення наявних моделей та методик для формування оптимального складу колони машин прикордонної комендатури швидкого реагування з урахуванням найбільш значущих параметрів та факторів: кількісного та якісного стану машин, маси та об'єму вантажу, відстані та терміну перевезень, середньої швидкості руху машин, запасу ходу по моторесурсу, середнього часу відновлення та знаходження машин у працездатному стані, коефіцієнта готовності машин, мінімально допустимого значення коефіцієнта готовності машин, наявної кількості пального, норм витрати пального машинами на 100 км пробігу. Сформовано постановку задачі щодо формування оптимального складу колони машин прикордонної комендатури швидкого реагування.

Ключові слова: *прикордонна комендатура швидкого реагування, формування оптимального складу колони машин, параметри, фактори.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В умовах загострення обстановки на державному кордоні з метою оперативного реагуван-

© Купельський В.

ня застосовуються резерви Державної прикордонної служби України (ДПСУ), у тому числі прикордонні комендатури швидкого реагування (ПКШР) [1]. Застосування резервів (ПКШР) передбачає переміщення значної кількості особового складу та вантажів. З отриманням розпорядження на здійснення маршруту або заявки на перевезення резервів (ПКШР), начальник інженерно-технічного відділу прикордонного загону (заступник коменданта з логістики) зобов'язаний прийняти рішення щодо проведення комплексу заходів з автотехнічного забезпечення (АТЗ) перевезення (маршруту). Одним із головних заходів АТЗ є підготовка автомобільної та бронетанкової техніки (машин).

Підготовка машин починається з вибору певної кількості та марок машин з наявного парку техніки та подальшого формування оптимального складу колони машин (ФОСКМ). Підбір машин та ФОСКМ необхідно провести з урахуванням умов перевезень, обстановки по службі, технічного стану та характеристик машин, наявності запасів пального і мастильних матеріалів, матеріально-технічних засобів та ін. Обмеженість часових показників, значна кількість зразків машин, їх марок і типів при вирішенні завдання перевезення (маршруту) створюють багатоваріантність підбору, збільшують ймовірність прийняття хибного рішення щодо вибору машин, ФОСКМ та призводять до інтуїтивного прийняття рішення на підставі раніше отриманого досвіду. Останнє може призвести до негативних наслідків: від перевитрат коштів і матеріальних засобів до несвоєчасного прибуття особового складу та вантажів, а отже, до невиконання завдання загалом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми.

У наукових працях та наказах [2-13] детально представлено різноманітні напрями досліджень у сфері організації та проведення перевезень (маршруту):

загальні питання теорії перевезення військових підрозділів та організації маршруту, сформовані на основі досвіду бойових дій [2, 3];

теоретичні і практичні проблеми з узагальнення та формування тактичних розрахунків, методики проведення АТЗ перевезень (маршруту) [4-6];

шляхи підвищення ефективності перевезень [7–10];

основні вимоги порядку використання машин та організації перевезень в ДПСУ [11–13].

Ці дослідження [2–10] не враховують специфіку організації перевезень ПКШР в умовах загострення обстановки на державному кордоні: умови перевезень, технічні характеристики та надійність машин, обстановку по службі та ін. Поза увагою залишилися такі вимоги до ФОСКМ, як рівень готовності, запас ходу по моторесурсу, кількість марок і зразків, об'єм та габарити вантажів, наявність пального для заправлення, рельєф місцевості, стан дорожнього покриття, необхідність переміщення на значні відстані до 1 000 км і більше тощо.

Потреба врахування специфіки виконання завдань ПКШР під час перевезень (маршу) та відсутність відповідного інструментарію і визначають необхідність вирішення задачі ФОСКМ.

Метою статті є формулювання задачі ФОСКМ ПКШР із застосуванням наявних моделей і методик та з урахуванням найбільш значущих для перевезень (маршу) ПКШР параметрів і факторів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Перевезення ПКШР машинами плануються на певний календарний строк (місяць, рік). Заявки на перевезення особового складу та вантажів надходять до відділення автомобільного та бронетанкового забезпечення прикордонного загону, логістики ПКШР щоденно та масово. Під час подання заявки зазначається мета та дата перевезення, вид та маса вантажу, кінцевий пункт або пункти призначення. Відповідно до заявок на етапі підготовки необхідно сформулювати склад колони машин, призначити водіїв, підготувати водіїв і машини, визначити маршрути руху, забезпечити матеріально-технічними засобами, організувати управління та охорону.

Під час ФОСКМ необхідно врахувати технічні характеристики машин (швидкість, вантажопідйомність, технічний стан та ін.), умови перевезень (термін перевезень, відстань, стан доріг, маса вантажу та ін.), обстановку по службі (врахувати перевезення, які вже сплановані або безпосередньо здійснюються, можливості з технічного обслуго-

вування і ремонту та ін.), складність маршруту (тип дорожнього покриття, рельєф місцевості та ін.).

Це, у свою чергу, веде до необхідності врахування великої кількості факторів і параметрів, значущих для моделювання: кількість зразків машин; кількість особового складу підрозділу, яка має бути доставленою у точку призначення; маса корисного вантажу; маса корисного вантажу, який може перевозитись машинами; об'єм (габарити) корисного вантажу; об'єм (габарити) корисного вантажу, який може перевозитись машинами; нормативно встановлений час, за який колона має досягти пункту призначення; відстань між пунктами відправлення та призначення; середня швидкість руху машин; запас ходу по моторресурсу машин; запас ходу по пальному машин; витрати пального машин на 100 км пробігу; середній час знаходження в працездатному стані машин; середній час відновлення машин; мінімально допустиме значення коефіцієнта готовності машин; наявний коефіцієнт готовності машин; наявна кількість пального; укомплектованість фахівцями ремонтного підрозділу; виробничі можливості ремонтних підрозділів ремонтно-евакуаційних засобів; пропускна здатність маршруту; укомплектованість водіями; пасажиромісткість машин; вантажопідйомність машин; забезпеченість технічним майном машин; стан дорожнього покриття; прохідність машин; напруцювання на відмову машин; термін експлуатації машин; пробіг машин; укомплектованість ЗІП машин; тривалість подолання важких ділянок; тривалість витягування та втягування колони машин тощо.

Наявність значної кількості різноманітних за своєю природою факторів та параметрів, які впливають на ефективність перевезень, ускладнюють вибір найбільш значущих під час організації перевезень (маршу) ПКШР.

За результатами аналізу досліджень з організації АТЗ перевезень (маршу) [2-12] встановлено, що в наявних методиках та моделях ураховано певну кількість різноманітних параметрів та факторів як в комплексному поєднанні під час вирішення складних задач, так і окремо під час формування теоретичних основ організації перевезень. Результати подано в табл. 1.

Таблиця 1

Результати оцінки параметрів і факторів, значущих для мети моделювання та врахованих в наявних методиках і моделях

Автор, джерело	Предмет дослідження	Враховані в наявних методиках та моделях параметри та фактори
1	2	3
Никишин І. М. [2]	Дослідження умов, способів і порядку організації перевезення підрозділів на великі відстані	Відстань перевезень. Середня швидкість руху машин. Витрати моторесурсу. Організація управління. Технічний стан машин. Середня швидкість руху колони. Пробіг (напрацювання) машин. Тривалість подолання важких ділянок маршруту. Тривалість витягування та втягування колони
Лоза Д. Ф. [3]	Теоретичні основи висування військ в район бойових дій та організації маршруту	Кількість особового складу. Маса корисного вантажу. Відстань перевезень. Витрата пального. Загальний фонд робочого часу ремонтників
Вайнер А. Я. [4]	Теоретичні основи розрахункового обґрунтування рішень і планування бойових дій	Кількість зразків машин. Нормативно встановлений час. Відстань перевезень. Витрата моторесурсу. Середня швидкість руху колони. Тривалість подолання важких ділянок маршруту. Тривалість витягування та втягування колони

Продовження табл. 1

1	2	3
Кривоусов П. Ф. [5]	Зміст роботи начальника авто-мобільної служби частини (підрозділу) при плануванні і організації авто-технічного забезпечення маршру	Кількість зразків машин. Нормативно встановлений час. Відстань перевезень. Укомплектованість фахівцями ремонтного підрозділу. Витрата моторесурсу. Витрата пального. Організація управління. Коефіцієнт технічної готовності машин. Укомплектованість водіями. Забезпеченість технічним майном. Можливості ремонтного підрозділу (ТО і Р). Можливий вихід з ладу машин. Пробіг (напрацювання) машин. Організація заходів із захисту та охорони
Петров В. П. [6]	Основні питання планування, організації та виконання військових перевезень автомобільним транспортом	Маса корисного вантажу. Нормативно встановлений час. Відстань перевезень. Середня швидкість руху машин. Організація управління. Коефіцієнт технічної готовності машин. Вантажопідйомність машин. Середня швидкість руху колони. Організація заходів із захисту та охорони
Чорний М. В. [7]	Прогнозування ефективності маршру військового формування за надійністю зразків озброєння і військової техніки	Укомплектованість фахівцями-ремонтниками. Коефіцієнт готовності машин. Середня швидкість руху колони. Можливості ремонтного підрозділу (технічне обслуговування і ремонт). Можливий вихід із ладу машин

Продовження табл. 1

1	2	3
Матвейчук Т. А. [8]	Визначення оптимальної завантаженості транспортних засобів і планування маршрутів перевезення	Кількість зразків машин. Маса корисного вантажу. Нормативно встановлений час. Відстань перевезень. Середня швидкість руху машин. Вантажопідйомність машин
Сердюк А. А. [9]	Розробка методики раціональної організації і автоматизації управління автомобільними перевезеннями на основі застосування телекомунікаційно-комп'ютерних і супутникових технологій	Кількість зразків машин. Нормативно встановлений час. Відстань перевезень. Організація управління
Прокудін Г. С. [10]	Розробка теоретичних основ і практичних методів оптимального планування і маршрутизації вантажних перевезень у транспортних системах	Кількість зразків машин. Кількість особового складу. Маса корисного вантажу. Нормативно встановлений час. Напряцювання на відмову кожної машини
Наказ [11]	Затверджено настанову з автотехнічного забезпечення, визначено основні правила та вимоги з організації автотехнічного забезпечення та перевезення транспортних засобів, особового складу та вантажів	Середня швидкість руху машин. Організація управління. Коефіцієнт технічної готовності машин. Забезпеченість технічним майном. Технічний стан машин. Пробіг (напряцювання) машин. Організація заходів із захисту та охорони

Закінчення табл. 1

1	2	3
Наказ [12]	Затверджено порядок використання автомобільної та бронетанкової техніки в Державній прикордонній службі України на мирний час	Середня швидкість руху машин. Витрата моторесурсу. Організація управління. Коефіцієнт технічної готовності машин. Забезпеченість технічним майном. Пробіг (напрацювання) машин. Організація заходів із захисту та охорони
Наказ [13]	Затверджено порядок організації спеціальних перевезень у Державній прикордонній службі України	Відстань перевезень. Організація управління. Пробіг (напрацювання) машин. Організація заходів із захисту та охорони

Застосування наявних методик, моделей і наказів надає можливість провести окремі заходи з організації перевезень, з'ясувати обстановку по службі, встановити укомплектованість машинами, технічну готовність машин та ін. Жодна з них не дає відповіді на питання, як на підставі усіх цих даних сформувавши оптимальний склад колони машин з урахуванням надійності машин. Крім того, кожна з моделей та методик передбачає врахування різних за своєю природою параметрів і факторів.

Відповідно до отриманих результатів (табл. 1) можна стверджувати, що окреме використання наявних моделей і методик дозволяє частково вирішити завдання дослідження, а поєднання їх у комплексі неможливе через те, що наявні моделі та методики досліджують різні за завданнями та структурою процеси та підрозділи. В умовах загострення обстановки вирішення подібної задачі ускладнюється, оскільки пов'язується з необхідністю врахування умов обмеження часових, матеріальних ресурсів і проведенням значної кількості розрахунків. Саме тому вирішення задачі ФОСКМ ПКШР пов'язується

із застосуванням методів математичного моделювання. Проте такий підхід насамперед передбачає необхідність визначення факторів і параметрів, значущих для моделювання.

Перелік факторів та параметрів, що впливають на формування оптимального складу колони ПКШР, їх відносну оцінку та оцінку за 100-бальною шкалою (одержану експертним методом) наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Шкала факторів та параметрів, значущих для моделювання, формування складу колони машин ПКШР

№ з/п	Найменування факторів та параметрів, значущих для моделювання	Вага (a_j) фактору, параметру	
		в балах	відносна
1	2	3	4
1	Кількість зразків машин j -ї марки i -го типу, які можуть увійти до складу колони	100	0,0245
2	Кількість особового складу підрозділу, яка має бути доставлена у точку призначення	100	0,0245
3	Маса корисного вантажу, який має бути доставлений у точку призначення	100	0,0245
4	Маса корисного вантажу, який може перевозитись машиною	100	0,0245
5	Об'єм (габарити) корисного вантажу, який має бути доставленим у точку призначення	100	0,0245
6	Об'єм (габарити) корисного вантажу, який може перевозитись машиною j -ї марки i -го типу	100	0,0245
7	Нормативно встановлений час, за який колона має досягти пункту призначення	100	0,0245
8	Відстань між пунктами відправлення та призначення	100	0,0245
9	Середня швидкість руху машини j -ї марки i -го типу	100	0,0245

Продовження табл. 2

1	2	3	4
10	Запас ходу по моторесурсу k -го зразка машини j -ї марки i -го типу	100	0,0245
11	Середній час знаходження в працездатному стані k -го зразка машини j -ї марки i -го типу	100	0,0245
12	Середній час відновлення k -го зразка машини j -ї марки i -го типу	100	0,0245
13	Мінімально допустимий рівень коефіцієнта готовності k -го зразка машини j -ї марки i -го типу, який дозволяє машину включати до складу колони	100	0,0245
14	Найявний коефіцієнт готовності k -го зразка машини j -ї марки i -го типу або такий, що може бути забезпечений на момент формування складу колони	100	0,0245
15	Найявна кількість пального, яке виділяється на здійснення маршруту та може бути використана для заправки машин	100	0,0245
16	Витрати пального на 100 км машиною j -ї марки i -го типу	100	0,0245
17	Запас ходу кожної машини по пальному	95	0,0233
18	Укомплектованість фахівцями ремонтного підрозділу	95	0,0233
19	Витрата моторесурсу за добу усіх машин	93	0,0228
20	Витрата пального за добу	93	0,0228
21	Організація управління	93	0,0228
22	Середня швидкість руху колони	91	0,0223
23	Напрацювання на відмову кожної машини	90	0,0221
24	Природно-кліматичні умови експлуатації	90	0,0221
25	Коефіцієнт технічної готовності машин	90	0,0221
26	Коефіцієнт оперативної готовності машин	90	0,0221
27	Технічний стан машин	87	0,0213
28	Пропускна здатність маршруту	86	0,0211

Закінчення табл. 2

1	2	3	4
29	Стан дорожнього покриття	85	0,0209
30	Укомплектованість водіями	83	0,0204
31	Пасажиromісткість машин	82	0,0201
32	Вантажопідйомність машин	82	0,0201
33	Забезпеченість технічним майном	82	0,0201
34	Рівень кваліфікації фахівців ремонтного підрозділу	78	0,0191
35	Виробничі можливості ремонтних підрозділів під час перевезень	77	0,0189
36	Середньодобовий пробіг машини під час перевезень	72	0,0177
37	Можливий вихід з ладу машин через експлуатаційні несправності	68	0,0167
38	Кількість машин, що потребують ТО і Р	67	0,0164
39	Укомплектованість ремонтними засобами	65	0,0160
40	Загальний фонд робочого часу ремонтників	64	0,0158
41	Прохідність машин	63	0,0156
42	Кількість ремонтно-евакуаційних засобів під час перевезень	62	0,0153
43	Термін експлуатації машин	52	0,0129
44	Можливості ремонтного підрозділу з проведення ТО і Р	51	0,0126
45	Пробіг (напрацювання) машин	50	0,0123
46	Вартість машин	50	0,0123
47	Укомплектованість ЗІП машин	45	0,0111
48	Організація заходів із захисту та охорони	36	0,0089
49	Тривалість подолання важких ділянок маршруту	29	0,0072
50	Тривалість витягування та втягування колони	25	0,0062
51	Інші фактори та параметри	13	0,0033

За результатами аналізу встановлено, що головними параметрами та факторами, що визначають заходи підготовчого періоду перевезень (маршу), є кількісний та якісний стан машин, рівень готовності машин, маса та об'єм вантажу, відстань та термін перевезень, середня швидкість руху машин, запас ходу по моторесурсу, середній час відновлення та середній час знаходження машин у працездатному стані, наявний коефіцієнт готовності машин, мінімально допустимий рівень коефіцієнта готовності, наявна кількість пального, норма витрати пального машинами на 100 км пробігу.

На змістовному рівні досліджувана задача виглядає так.

Необхідно сформувати склад колони, яка повинна вибути з пункту відправлення (точки А) та прибути з максимальним рівнем готовності машин у пункт призначення (точку В). При формуванні складу колони слід мінімізувати як загальну кількість машин, так і її марочний склад. Час прибуття машин зі складу колони у точку В повинен бути не більшим нормативно встановленого часу, за який колона має досягти пункту призначення. Коефіцієнт готовності кожної машини не повинен знизитися нижче допустимого рівня. Сумарна вантажопідйомність та об'єм кузовів машин зі складу колони повинні дозволити перевезти вантаж, а їх пасажиромісткість – особовий склад. Сумарна витрата пального машинами зі складу колони має бути не більшою від наявної кількості пального на марш за видами пального, а запас ходу по моторесурсу – не меншим за відстань перевезення.

Висновки. У результаті проведеного дослідження встановлено напрями вдосконалення наявних моделей і методик для досягнення мети дослідження із урахуванням найбільш значущих параметрів та факторів для формування оптимального складу колони машин ПКШР та на змістовному рівні сформульовано досліджувану задачу.

Перспективи подальших розвідок у даному напрямі – розробка математичної моделі та програмно-алгоритмічного забезпечення задачі формування оптимального складу колони машин ПКШР.

Список використаної літератури

1. Про затвердження Положення про прикордонну комендатуру швидкого реагування Державної прикордонної служби України : Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 21.03.2016 р. № 190. – К. : МВСУ, 2016. – 8 с.
2. Никишин И. М. Передвижение подразделений на большие расстояния / И. М. Никишин. – М. : Воениздат, 1967. – 148 с.
3. Лоза Д. Ф. Марш и встречный бой / Д. Ф. Лоза. – М. : Воениздат, 1968. – 208 с.
4. Вайнер А. Я. Тактические расчёты / А. Я. Вайнер. – М. : Воениздат, 1982. – 176 с.
5. Кривоусов П. Ф. Содержание работы начальника автомобильной службы части (подразделения) при планировании и организации автотехнического обеспечения марша : учебное пособие / П. Ф. Кривоусов // – Омск : СибАДИ, 2010. – 77 с.
6. Петров В. П. Воинские автомобильные перевозки : учебное пособие / В. П. Петров. – М. : Военное издание МО СССР, 1975. – 278 с.
7. Чорний М. В. Прогнозування ефективності маршруту військового формування за надійністю зразків озброєння та військової техніки аналітичним моделюванням / Чорний М. В., Степанов С. С. // Військово-технічний збірник. – Львів : АСВУ, 2014. – № 2(14). – с. 64–69.
8. Матвейчук Т. А. Моделювання та програмна реалізація процесу планування вантажоперевезень у військовій логістиці / Т. А. Матвейчук // Військово-технічний збірник. – Львів : АСВУ, 2016. – № 14. – С. 18–25.
9. Сердюк А. А. Моделі та алгоритмічне забезпечення для раціональної організації і автоматизації управління автомобільними перевезеннями / дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – К. : НТрУ, 2007. – 238 с.
10. Прокудін Г. С. Моделі та методи оптимізації вантажних перевезень в транспортних системах : дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Київ : НТрУ, 2009. – 299 с.
11. Об утверждении Наставления по танко- и автотехническому обеспечению войск КГБ СССР : приказ Комитета Госбезопасности СССР от 17.09.1980 г. № 175. – М. : КГБ СССР, 1980. – 288 с.
12. Про затвердження інструкції про порядок використання автомобільної та бронетанкової техніки в Державній прикордонній службі України в мирний час від 18.07.2017 року : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 18.07.2017 № 595. – К. : МВСУ, 2017. – 29 с.

13. Про затвердження поради з організації спеціальних перевезень в Державній прикордонній службі в мирний час від 24.02.2004 року : наказ Адміністрації Державної прикордонної служби України від 24.02.2004 № 185. – К. : НАДПСУ, 2004. – 14 с.

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент Головня С. Б.

Купельский В. Анализ научно-методического аппарата формирования оптимального состава колонны машин пограничной комендатуры быстрого реагирования по тактико-техническим характеристикам

Установлены направления совершенствования существующих моделей и методик для формирования оптимального состава колонны машин ПКШР с учетом наиболее значимых параметров и факторов: количественное и качественное состояние машин, масса и объем груза, расстояние и срок перевозок, средняя скорость движения машин, запас хода по моторесурсу, среднее время восстановления и среднее время нахождения машин в работоспособном состоянии, коэффициент готовности машин, минимально допустимое значение коэффициента готовности машин, количество горючего, норма затраты горючего машинами на 100 км пробега. Сформулирована постановка задачи относительно формирования оптимального состава колонны машин пограничной комендатуры быстрого реагирования.

Ключевые слова: пограничная комендатура быстрого реагирования, формирование оптимального состава колонны машин, параметры, факторы.

Kupelskiy V. Analysis of scientific and methodological apparatus for forming optimal convoy composition of quick reaction border command according to performance characteristics

According to the results of the research, it can be asserted that the independent use of existing models and techniques enables to partly solve the research problem, and their combination in the complex is impossible because the existing models and techniques examine the processes and subdivisions which have different tasks and structures.

According to the analysis, the main parameters and factors determining the activities for the preparatory period of transportation (march) are the quantitative and qualitative state of the vehicles, the level of vehicle readiness, the mass and volume of cargoes, the distance and the time of transportation, the average speed of vehicles, the operational range according to motor operating time, the average recovery time and the average time of vehicles in working condition, the vehicle availability coefficient, the minimum permissible level of availability coefficient, the available amount of fuel, the rate of fuel consumption by vehicles for 100 kilometers driven.

At the content level, the problem under research is the following.

It is necessary to form the composition of convoy, which must arrive at the destination with the maximum readiness level of the vehicles. When forming the composition of the convoy, it is necessary to minimize both the total number of vehicle and its grade composition. The arrival time of vehicles from the convoy should not exceed the normative specific time. The availability coefficient of each vehicle should not decrease below the permissible level. The total carrying capacity and the body space of vehicles from the convoy should enable the transportation of cargo, and their passenger capacity should enable the transportation of personnel. The total fuel consumption of the vehicles from the convoy should not exceed the available amount of fuel, and the operational range according to motor operating time should be no less than the distance of transportation.

Keywords: *quick reaction border command, forming optimal convoy composition, forming of optimal composition of column of machines, parameters, factors.*