

## ЗАДАЧІ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ У ВИКЛАДАННІ ДЛЯ ВІЙСЬКОВИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

ГЕОРГАЛІНА О.Р., АРКАТОВ Ю.М., ЖУРАВЛЬОВА І.Б.

*Військова академія, м. Одеса, Україна*

Цілі й зміст навчання математиці та спеціальним курсам математичного спрямування у військових та військово-інженерних вищих навчальних закладах мають визначатися реальними потребами армії. Можлива інтенсифікація навчання складає у більшому степені методичну проблему, а саме: проблему оптимальної організації міждисциплінарної взаємодії математики та військово-професійних дисциплін.

Звернемося за прикладом до важливої групи задач теорії масового обслуговування і теорії надійності, предметна область яких охоплює більшість традиційних військових спеціальностей. Історично, теорія масового обслуговування бере початок від наукових праць, у яких розглядалась проблема, яка досить гостро постала на початку ХХ сторіччя, а саме проблема перевантаження телефонних мереж. Засновником теорії масового обслуговування (теорії черг) став датський вчений А.К. Ерланг. З того часу зросла цікавість до проблем масового обслуговування, оскільки задачі, що розглядались в даній теорії, виходять за рамки сфери обслуговування та мають широку область застосування: в економіці, біології, екології, у військовій справі, організації виробництва, тощо. Теорія масового обслуговування – математична наука, що вивчає закономірності випадкових явищ у динаміці їх розвитку. Вона займається встановленням залежностей між характером потоку вимог, числом каналів обслуговування, їх продуктивністю, правилами роботи систем масового обслуговування (СМО) й успішністю (ефективністю) обслуговування вимог (заявок). Процес функціонування системи масового обслуговування представляє собою випадковий процес із дискретними станами та неперервним часом. Це означає, що стан СМО змінюється стрибком у випадкові моменти настання певних подій.

У військовій справі задачі, пов'язані з масовим обслуговуванням, виникають по багатьом напрямкам діяльності: це й питання роботи систем ППО, питання охорони границь держави, а саме, функціонування КПП; питання, пов'язані з необхідністю ремонту технічних засобів; логістичні питання, і таке інше. У практиці охорони границі, наприклад, регулярно виникають ситуації, пов'язані із утворенням черг, тобто, з масовим обслуговуванням. Оскільки контрольно-пропускні пункти або митниця мають обмежені спроможності щодо задоволення попиту на обслуговування, то це призводить до утворення черг. У

цих ситуаціях перед теорією постає задача зробити достатньо повний опис суті явищ, що відбуваються, та встановити з необхідною для практики точністю кількісний зв'язок між числом каналів обслуговування, характеристиками вхідного потоку вимог та якістю обслуговування.

Загальною особливістю всіх задач, пов'язаних із масовим обслуговуванням, є випадковий характер явищ, що досліджуються. Отже, неможливо наперед передбачити, скільки протягом місяця надійде сигналів тривог від сигналізаційних засобів, у який час доби вони настануть і де саме, або, якщо йдеться про технічний засіб, коли чекати на відмову певного вузла машини і, відповідно, на необхідність його заміни, тощо.

Задачі теорії масового обслуговування, що дозволяють отримання кінцевих аналітичних співвідношень, безумовно, мають ряд позитивних властивостей: вони не прив'язані до певних числових значень параметрів, вони дозволяють знаходити прийнятні значення характеристик і робити загальні висновки. Але ж далеко не всі практичні задачі масового обслуговування допускають аналітичний розв'язок. Прикладами таких систем можуть слугувати: радіоцентри, штаби, КПП, системи ППО, ремонтні майстерні, тощо. У таких ситуаціях стануть у нагоді методи математичного моделювання систем масового обслуговування, та, відповідно, засоби програмного забезпечення для ЕОМ.

Варто відмітити, що багато центральних задач з числа тих, що стосуються масового обслуговування, в курсі математики та в курсі вивчення військово-професійних дисциплін у ВВНЗ розв'язують різними шляхами. В курсі математики у розв'язанні задачі спостерігається повнота застосування методів прикладної математики на тлі ізольованих фрагментів реальної задачі. Наприклад, якщо з'ясовується, що система працює із перевантаженням, то для зменшення довжини черги і завантаження каналів обслуговування пропонується збільшити число каналів. Вочевидь, коректне врахування вартості експлуатації каналу обслуговування та інших суттєвих факторів може призвести до прямо протилежної рекомендації – зменшити число каналів обслуговування. Отже, на останньому етапі розв'язання задачі насправді потрібно розв'язувати задачу оптимізації кількості каналів обслуговування. Хоча зазвичай коректне та досить трудомістке розв'язання задачі масового обслуговування за необхідності завершується «аналізом із загальних міркувань».

При вивченні курсів військово-професійних дисциплін завершальний етап розв'язання реальної задачі вимагає лише типових розрахунків. Наприклад, розглянемо задачу визначення періоду планово-попереджувальних робіт для окремого вузла машини. Схема розв'язання є такою: за відомим законом

розподілу густини ймовірності відмови вузла будується відповідна інтегральна функція. Далі за заданою величиною довірчої ймовірності безвідмовної роботи вузла та графіку інтегральної функції графічно визначається період планово-попереджувальних робіт. При цьому, необхідна в даному випадку попередня задача визначення оптимальної довірчої ймовірності лише згадується як «складна проблема, що у повному обсязі вирішується у центральних установах», отже йдеться про застосування нормативних даних. Але, вочевидь, ті курсанти, що є орієнтованими на продовження військової освіти і дослідницьку діяльність, мають опановувати повні схеми такого роду задач. Необхідні для цього методи прикладної математики не виходять за границі стандартного курсу.

Суттєвим є те, що в обох варіантах, як правило, відсутня коректна постановка задачі. Тобто, постановка задачі, яка містить:

- а) загальний аналіз конкретної технічної проблеми і виокремлення суттєвих факторів;
- б) формулювання задачі, обґрунтування та формалізацію критеріїв;
- в) формалізацію задачі.

Реалізація цих етапів у навчанні, ймовірно, є «зоною відповідальності» як викладача математики, так і викладача відповідної військово-професійної дисципліни. Відповідна зустрічна корекція курсу математики та курсів військово-професійних дисциплін, звісно, потребує великої обережності, й зрозуміло, має реалізуватись з обох сторін.

В якості розрахунково-графічної або курсової роботи курсанту може бути запропонована, наприклад, задача оптимізації схеми планово-попереджувальних робіт. Вихідні дані: об'єкт обслуговування – вузол машини, що має бути заміненим після його відмови або ж планово. Відомими є: густина ймовірності  $f(t)$  відмови вузла,  $s_1$  - вартість планової заміни, та  $s_2$  - вартість заміни вузла після відмови,  $t_1$  - назначений час планової заміни. Потрібно знайти функцію залежності середньої інтенсивності  $I$  витрат на обслуговування вузла від даних задачі. Також можна запропонувати курсанту обґрунтувати співвідношення  $s_1 < s_2$ . Можливе доведення цієї умови може полягати наприклад, у тому, що відмова двигуна транспортного засобу на марші може потребувати не тільки заміни будь-якого вузла, але й попередньої евакуації машини у ремонтний підрозділ.

Щодо збалансування міждисциплінарних зв'язків, можливо, розумним компромісом тут міг би стати супроводжувальний корегувальний математичний факультатив, який, окрім іншого, вочевидь, частково вирішував би й інші проблеми військової освіти, виконуючи функції методичного «містка» між математикою та спеціальними дисциплінами.