

УДК 633.746:355.424.4.001

В.В. Сідаш, О.В. Никифоров

## МОДЕЛЬ ПЕРЕПУСКНОЇ СПРОМОЖНОСТІ ІНСТРУКТОРСЬКОГО СКЛАДУ І ПАРКУ УЧБОВО-БОЙОВИХ ЛІТАКІВ ПІД ЧАС ПЛАНУВАННЯ ЛЬОТНОЇ ПІДГОТОВКИ В АВІАЦІЙНІЙ ЧАСТИНІ

*Запропоновано імовірнісну модель перепускної спроможності інструкторського складу і парку учбово-бойових літаків (УБЛ) під час планування льотної підготовки авіаційної частини на рік. Як чисельні характеристики перепускної спроможності використовується ймовірність гарантованого забезпечення запланованого нальоту достатньою кількістю льотчиків-інструкторів і УБЛ. Для побудови математичної моделі перепускної спроможності інструкторів і УБЛ використані положення теорії масового обслуговування і випадкових процесів.*

**Ключові слова:** процес прийняття рішень, перепускна спроможність, формалізація, модель стану

### Вступ

Системи з підтримки прийняття рішень керівного складу організацій, які створюються на даний час в різних галузях [1 – 3], для свого ефективного використання вимагають створення адекватних моделей, що описують об'єкт управління. Часто в науковій літературі такі моделі згадуються як моделі обмежень при постановці задач управління [4].

Облік чинників, значущих для рішень, що приймаються, при достатньому ступеню деталізації моделей обмежень, дозволяє здійснювати ефективне метрологічне забезпечення процесів прийняття рішень різними посадовими особами. Облік такого чинника як перепускна спроможність інструкторського складу і парку учбово-бойових літаків (УБЛ) відіграє важливу роль під час прийняття рішень з планування льотної підготовки в авіаційній частині.

**Постановка завдання і мета статті.** Метою даної статті є здобуття математичної моделі прогнозування перепускної спроможності інструкторського складу і парку УБЛ під час проведення заходів льотної підготовки в авіаційній частині. Дана модель необхідна для коректного опису умов і обмежень, що враховуються при прийнятті рішень щодо планування бойової (льотної) підготовки, які приймаються на рівні командира авіаційної частини.

Завданням даної статті є дослідження питання формального опису моделі обмежень щодо перепускної спроможності льотчиків-інструкторів і УБЛ при плануванні льотної підготовки на рік.

### Основний матеріал

Запропонована модель обмежень щодо перепускної спроможності льотчиків-інструкторів і парку УБЛ використовує імовірнісний підхід. При цьому підході

дане обмеження представляється або як міра ризику стосовно зриву польотів авіаційної частини в запланованому об'ємі унаслідок недостатньої перепускної спроможності інструкторського складу і парку УБЛ, або у вигляді зворотної величини – ймовірності гарантованого забезпечення запланованого об'єму нальоту достатньою кількістю інструкторів і УБЛ.

При прийнятті рішень щодо планування льотної підготовки на рівні командира авіаційної частини дані величини (ступінь ризику стосовно зриву плану або ймовірність гарантованого забезпечення запланованого нальоту) слід оцінювати залежно від параметрів, що складають зміст рішення командира авіаційної частини. До таких параметрів відносяться: чисельність і параметри організації льотної роботи і відпочинку інструкторського складу, а також чисельність і параметри організації технічного обслуговування і ремонту парку УБЛ в авіаційній частині.

Для побудови математичної моделі, що встановлює взаємозв'язок між переліченими параметрами рішення командира авіаційної частини і рівнем очікуваної перепускної спроможності інструкторів і парку УБЛ, зручно скористатися положеннями теорії масового обслуговування [5].

Оскільки на практиці наказом по частині льотчики, що навчаються, закріплюються за яким-небудь одним інструктором, то як математична модель для опису перепускної спроможності інструкторського складу слід використовувати модель сукупності одноканальних пристроїв обслуговування (рис. 1).

У запропонованій схемі на вході до кожного  $j$ -го одноканального пристрою обслуговування формується потік заявок на обслуговування з інтенсивністю

$$\lambda_{\text{к.-вив.}j} = \sum_{i=1}^{n_{\text{об.}j}} u_i \phi_{\text{КВП}}, \text{ де } u_i - \text{інтенсивність}$$

нальоту (щомісячний наліт), що планується для і-го льотчика, що навчається, з групи льотчиків, закріплених за j-м інструктором;  $\Phi_{КВП}$  – коефіцієнт, що характеризує частку нальоту, що в середньому виконується по контрольно-вивізним польотам. Тобто під заявкою на обслуговування тут розуміється одна година нальоту по контрольно-вивізним польотам.

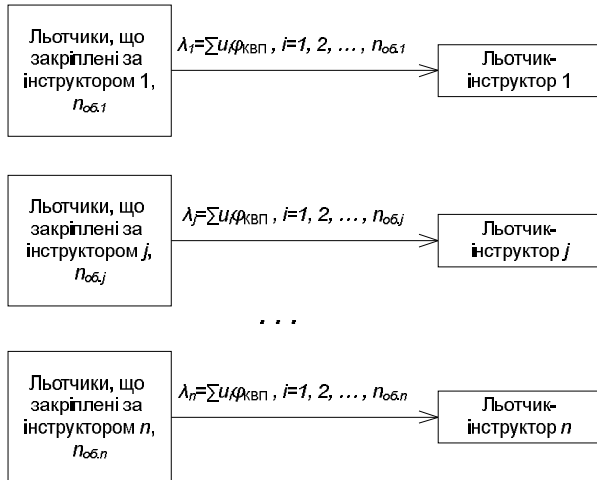


Рис. 1. Математична модель для опису перепускної спроможності інструкторського складу

Продуктивність льотчиків-інструкторів щодо обслуговування заявок, що поступають, характеризується співвідношенням

$$\mu_{\text{інс.}j} = u_{\text{макс.}} \cdot (1 - \Phi_{ЛТПj}) \quad (1)$$

де  $u_{\text{макс.}}$  – встановлюваний для інструкторського складу максимальний загальний щомісячний наліт;  $\Phi_{ЛТПj}$  – коефіцієнт, що характеризує частку нальоту, що відводиться на освоєння вправ з льотно-тактичної підготовки згідно індивідуальній програмі льотної підготовки j-го льотчика-інструктора.

Ймовірність гарантованого забезпечення нальоту, запланованого для j-ої групи льотчиків, що навчаються, достатньою кількістю годин нальоту відповідного льотчика-інструктора розраховується як

$$P_{\text{інс.}j} = \frac{\lambda_{\text{к-вив.}j}}{\mu_{\text{інс.}j} + \lambda_j} = \sum_{i=1}^{n_{\text{об.}j}} u_j \Phi_{КВП} \left/ \left( u_{\text{макс.}} \cdot (1 - \Phi_{ЛТПj}) + \sum_{i=1}^{n_{\text{об.}j}} u_j \Phi_{КВП} \right) \right. \quad (2)$$

Перепускна спроможність інструкторського складу в цілому по авіаційній частині (авіаційній ескадрильї (АЕ)) характеризуватиметься середньою ймовірністю обслуговування заявок, що поступають, в даних одноканалних пристроях

$$P_{\text{інс.}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n P_{\text{інс.}j} \quad (3)$$

де n – кількість льотчиків-інструкторів, яка розглядається.

Враховуючи, що склад інструкторів, що знаходяться на службі, унаслідок відходу їх в планові відпуски, проходження оздоровчих заходів в профілакторіях, періодичного убування у відрадження, змінюється, відбувається перезакріплення льотчиків, що навчаються, за іншими інструкторами на період відсутності льотчика-інструктора, за яким вони були закріплені спочатку. Кількість льотчиків, що навчаються, в даних групах міняється, а також міняється і навантаження (інтенсивність потоку заявок на обслуговування), що лягає на кожного льотчика-інструктора. Внаслідок цього, при прийнятті рішень щодо планування льотної підготовки, які приймаються на рівні командира авіаційної частини, прогнозування перепускної спроможності інструкторського складу доцільно розглядати по деякому усередненому інструкторові. Навантаження, яке ставиться у відповідність даному інструктору, дорівнює відношенню запланованого щомісячного об'єму контрольно-вивізних польотів до середньої кількості інструкторів, що знаходяться на службі. Тобто ймовірність гарантованого забезпечення запланованого нальоту достатньою кількістю льотчиків-інструкторів слід оцінювати як

$$P_{\text{інс.}} = U \Phi_{КВП} / \bar{n} \left( u_{\text{макс.}} \cdot (1 - \bar{\Phi}_{ЛТП}) + U \Phi_{КВП} / \bar{n} \right) \quad (4)$$

де U – загальний наліт авіаційної частини (АЕ), запланований на місяць;  $\bar{n}$  – середня кількість льотчиків-інструкторів, що знаходяться на службі;  $\bar{\Phi}_{ЛТП}$  – середній по інструкторському складу коефіцієнт нальоту, що відводиться на льотно-тактичну підготовку. Середня протягом даного періоду часу (наприклад, протягом навчального року) кількість льотчиків-інструкторів, що знаходяться на службі, залежить від параметрів організації льотної роботи і відпочинку, що встановлюються для інструкторського складу командиром авіаційної частини.

Для обчислення середньої кількості інструкторів, що знаходяться на службі, скористаємося моделлю багатоканального пристрою обслуговування з відмовами з теорії масового обслуговування [7]. З цією метою процес льотної роботи і відпочинку інструкторського складу представимо у вигляді наступної схеми, яку відображено на рис. 2.

В якості каналів обслуговування тут розглядаються льотчики-інструктори, що створюють групу інструкторського складу в авіаційній частині (авіаційній ескадрильї).

Із запропонованої схеми видно, що виділений інструкторський склад може послідовно займати (n+1) дискретний стан, де n – облікова кількість льотчиків-інструкторів в авіаційній частині (АЕ). Стани розрізняються за кількістю льотчиків-інструкторів, що знаходяться в частині при виконання службових обов'язків. Перехід даного процесу у встановлені дискретні стани, які відрізняються один від одного за кількістю льотчиків-інструкторів, що є на службі, відбувається під впливом пуасонов-

ських потоків випадкових подій. Дані потоки визначають процеси убування у відпуски (профілакторії,

відрядження) і виходу з них льотного інструкторського складу.

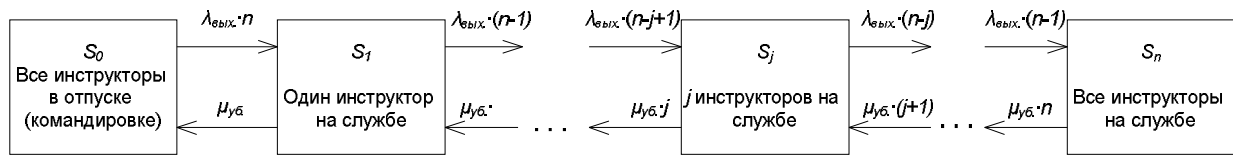


Рис. 2. Схема процесу льотної роботи і відпочинку інструкторського складу

Інтенсивність потоку по виходу інструкторів на службу залежить від середньої для даної групи льотного складу тривалості їх відсутності на службі в періоди відпусток, проходження оздоровчих заходів в профілакторіях або відряджень. Величина інтенсивності даного потоку визначається як

$$\lambda_{\text{вих.}} = 1/\bar{t}_{\text{відс.}} ; \tag{5}$$

$$\bar{t}_{\text{відс.}} = \frac{\Delta\tau}{12} \cdot 1 / \left( 1 + \frac{12}{T_{\text{профл.}}} + \frac{12}{T_{\text{відр.}}} \right) \times \left( \bar{t}_{\text{відп.}} + \frac{12}{T_{\text{профл.}}} \bar{t}_{\text{профл.}} + \frac{12}{T_{\text{відр.}}} \bar{t}_{\text{відр.}} \right), \tag{6}$$

де  $\bar{t}_{\text{відс.}}$  – середня тривалість періоду відсутності льотчика-інструктора на службі під час відпустки, знаходження у профілакторії або відрядженні;  $T_{\text{профл.}}$  – нормована періодичність проходження льотним складом профілактичних оздоровчих заходів в профілакторії;  $T_{\text{відр.}}$  – середня періодичність убування льотчиків-інструкторів у відрядження;  $\bar{t}_{\text{відп.}}$ ,  $\bar{t}_{\text{профл.}}$ ,  $\bar{t}_{\text{відр.}}$  – середня тривалість перебування льотчика-інструктора у відпустці, профілакторії та відрядженні, відповідно;  $\Delta\tau$  – тривалість періоду часу, для якого оцінюється пропускна спроможність інструкторського складу авіаційної частини (АЕ).

Інтенсивність потоку випадкових подій по виходу льотчиків-інструкторів у відпуски, профілакторії та убування у відрядження визначається встановленою для них нормативною періодичністю відпусток, проведення профілактичних заходів і убування у відрядження. Величина інтенсивності потоку щодо переходу льотчиків-інструкторів зі стану перебування на службі в стан поза службою визначається за допомогою наступного виразу

$$\mu_{\text{уб.}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{T_{\text{профл.}}} + \frac{1}{T_{\text{відр.}}} = \frac{T_{\text{профл.}} \cdot T_{\text{відр.}} + 12 \cdot T_{\text{відр.}} + 12 \cdot T_{\text{профл.}}}{12 \cdot T_{\text{профл.}} \cdot T_{\text{відр.}}} \tag{7}$$

Для стану  $S_j$ , який характеризується наявністю на службі  $j$  льотчиків-інструкторів, інтенсивність потоку подій по переходу процесу льотної роботи і відпочинку інструкторського складу в стан  $(j-1)$ , де кількість інструкторів, що знаходяться на службі,

зменшується на одну людину, складає величину  $j \times \mu_{\text{уб.}}$ . Інтенсивність потоку подій щодо переходу процесу в стан  $(j+1)$ , де кількість льотчиків-інструкторів, що знаходяться на службі, збільшується на 1 людину, а що знаходяться поза службою, відповідно, на 1 людину зменшується, рівна  $\lambda_{\text{вих.}} \times (n-j)$ .

Таким чином, у міру наближення процесу до стану  $S_n$  (всі льотчики-інструктори знаходяться на службі) інтенсивність потоку, що повертає процес до станів, де є льотчики-інструктори поза службою, збільшується і досягає значення  $n \times \mu_{\text{уб.}}$ . Інтенсивність потоку, що поновлює чисельність льотчиків, зменшується і досягає нульового значення  $\lambda_{\text{вих.}} \times 0$ . У міру наближення системи до стану  $S_0$ , де всі льотчики-інструктори знаходяться поза службою, інтенсивність першого потоку убуває і стає рівною нулю  $\mu_{\text{уб.}} \times 0$ , а другого, навпаки, зростає і набуває значення  $\lambda_{\text{вих.}} \times n$ . Такого роду процеси відносяться до класу процесів «розмноження-загибелі». При цьому стан системи, чисельно характеризується величинами ймовірності знаходження системи в кожному зі встановлених дискретних станів. Величини ймовірності знаходження системи в дискретних станах оцінюються на підставі розв'язання системи рівнянь Ерланга, які мають вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dp_0}{dt} = -(\lambda_{\text{вих.}} \cdot n) p_0 + \mu_{\text{уб.}} p_1; \\ \frac{dp_1}{dt} = -(\lambda_{\text{вих.}} \cdot (n-1) + \mu_{\text{уб.}}) p_1 + (\lambda_{\text{вих.}} \cdot n) p_0 + 2\mu_{\text{уб.}} p_2; \\ \dots \\ \frac{dp_j}{dt} = -(\lambda_{\text{вих.}} \cdot (n-j) + j\mu_{\text{уб.}}) p_j + \lambda_{\text{вих.}} \cdot (n-j+1) p_{j-1} + (j+1)\mu_{\text{уб.}} p_{j+1}; \\ \dots \\ \frac{dp_n}{dt} = -n\mu_{\text{уб.}} p_n + \lambda_{\text{вих.}} p_{n-1}, \end{cases} \tag{8}$$

де  $p_0, p_1, \dots, p_j, \dots, p_n$  – ймовірність знаходження системи в станах  $S_0, S_1, \dots, S_j$ , відповідно.

Розв'язання системи рівнянь (8) можливе лише чисельними методами. Проте, враховуючи, що при плануванні періоди часу, для яких приймаються рішення по організації льотної роботи або для яких параметри  $\lambda_{\text{вих.}}$  і  $\mu_{\text{уб.}}$  є постійні величини, є доста-

тньо великими, можна розглядати не динамічні, а граничні значення ймовірності  $p_j, j = \overline{1, n}$ , коли

$$\frac{dp_j}{dt} = 0, j = \overline{1, n}.$$

Значення граничної ймовірності обчислюються за допомогою формул Ерланга

$$p_j = \left( \prod_{i=1}^j (n-i+1) / j! \right) \cdot \left( \frac{\lambda_{\text{вих.}}}{\mu_{\text{уб.}}} \right)^j p_0; \quad (9)$$

$$p_0 = 1 / \left( 1 + \sum_{j=1}^n \left( \prod_{i=1}^j (n-i+1) / j! \right) \left( \frac{\lambda_{\text{вих.}}}{\mu_{\text{уб.}}} \right)^j \right). \quad (10)$$

При цьому середнє число льотчиків-інструкторів, що знаходяться на службі протягом встановленого періоду часу, може бути обчислено як

$$\bar{n} = \sum_{j=0}^n j p_j. \quad (11)$$

Як видно з виразів (5) – (7) значення величини  $\bar{n}$  визначається залежно від встановлених командиром авіаційної частини значень періодичності і тривалості перебування інструкторського складу в профілакторії:  $T_{\text{профл.}}$  і  $\bar{t}_{\text{профл.}}$ , і відрядженнях:  $T_{\text{відр.}}$  і  $\bar{t}_{\text{відр.}}$ .

На рис. 3 показаний приклад розрахунку розподілу ймовірності  $p_j, j = \overline{1; 10}$ , за умови, що для інструкторського складу встановлено:

- періодичність убування у відпуск 12 місяців при його тривалості 1,5 місяця;
- періодичність убування в профілакторій – 6 місяців при тривалості перебування в профілакторії 0,5 місяця;
- періодичність відряджень – 2 місяці при їх середній тривалості 0,25 місяця.

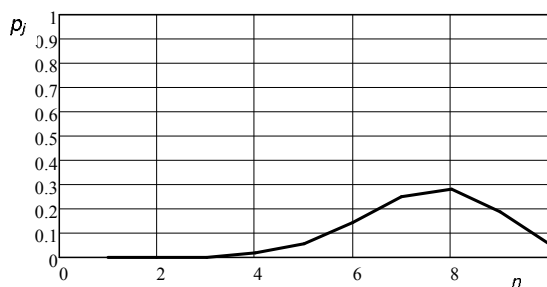


Рис. 3. Приклад розрахунку розподілу ймовірності знаходження на службі різної кількості льотчиків-інструкторів

При цьому отримано, що середня кількість льотчиків-інструкторів, що знаходяться на службі, при їх обліковій чисельності 10 льотчиків, складатиме величину 7,5 інструкторів.

На рис. 4 приведені результати розрахунку  $P_{\text{инс.}}$  згідно виразу (4) для різних об'ємів запланованого нальоту і для різної чисельності інструкторського складу.

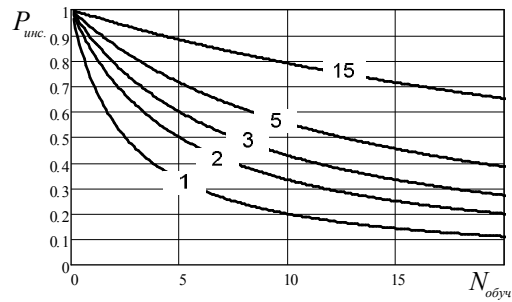


Рис. 4. Ймовірність гарантованого забезпечення запланованого нальоту необхідною кількістю інструкторського складу

В якості моделі перепускної спроможності парку УБЛ може бути використана модель багатоканального пристрою, де під каналом обслуговування розуміється один ЛА. З врахуванням результатів, які отримано в [6], ймовірність гарантованого забезпечення запланованого нальоту достатньою кількістю учбово-бойових літаків може бути обчислена як

$$P_{\text{УБЛ}} = 1 - e^{-\left( \frac{\bar{n}_{\text{УБЛ}}}{\rho} \right)^{1,25}}; \quad (12)$$

$$\rho = \frac{U \cdot \Phi_{\text{КВП}}}{n_{\text{л.зм.}} \cdot \mu_{\text{УБЛ}}}, \quad (13)$$

де  $\bar{n}_{\text{УБЛ}}$  – середня, протягом даного періоду часу, кількість справних УБЛ, які є в авіаційній частині (АЕ);  $\mu_{\text{УБЛ}}$  – перепускна спроможність одного УБЛ протягом льотної зміни;  $n_{\text{л.зм.}}$  – кількість льотних змін, які планується виконати протягом одного місяця.

Середня кількість справних УБЛ, залежить від забезпечуваного в авіаційній частині рівня справності авіаційної техніки (АТ):

$$\bar{n}_{\text{УБЛ}} = N_{\text{УБЛ}} \cdot k_{\text{спр.}}^{\text{АТ}}, \quad (14)$$

де  $N_{\text{УБЛ}}$  – штатна кількість УБЛ в авіаційній частині (АЕ);  $k_{\text{спр.}}^{\text{АТ}}$  – коефіцієнт справності АТ.

Перепускна спроможність одного УБЛ протягом льотної зміни представляється як величина нальоту, яка може бути виконана на одному ЛА протягом стартового часу

$$\mu_{\text{УБЛ}} = k_{\text{вик.}}^{\text{УБЛ}} \cdot t_{\text{ст.}}, \quad (15)$$

де  $k_{\text{вик.}}^{\text{УБЛ}}$  – коефіцієнт використання УБЛ при виконанні польотів в авіаційній частині (АЕ). Величина даного коефіцієнта залежить від параметрів організації льотної зміни і перепускної спроможності системи аеродромно-технічного забезпечення (АТО) польотів авіаційної частини. Один з можливих способів обчислення коефіцієнта використання УБЛ показаний в [6];  $t_{\text{ст.}}$  – встановлений стартовий час при організації польотів.

Величина коефіцієнта справності АТ визначається як ймовірність знаходження довільно узятого літального апарату (ЛА) в справному стані для встановленої схеми процесу експлуатації АТ (рис. 5). Даний процес може бути змодельований за допомогою чотирьох дискретних станів [8]: справного стану та станів виконання капітального ремонту (КР), регламентних робіт (РР) і усунення відмов агрегатів і бортового обладнання ЛА.

Для обчислення ймовірності знаходження ЛА у вказаних станах використовується система рівнянь Колмогорова, яка записана для випадку сталої інтенсивності пуассоновських потоків по переходу ЛА між встановленими станами.

$$\begin{cases} -(\lambda_{PP} + \lambda_{відм.} + \lambda_{КР})P_{спр.} + \mu_{PP}P_{PP} + \mu_{ус.відм.}P_{відм.} + \mu_{КР}P_{КР} = 0; \\ \lambda_{PP}P_{спр.} - \mu_{PP}P_{PP} = 0; \\ \lambda_{відм.}P_{спр.} - \mu_{ус.відм.}P_{відм.} = 0; \\ P_{спр.} + P_{PP} + P_{відм.} + P_{КР} = 1, \end{cases} \quad (16)$$

де  $\lambda_{PP}, \lambda_{КР}, \lambda_{відм.}$  – інтенсивності потоків випадкових подій по відходу УБЛ в стани виконання регламентних робіт, капітального ремонту і виникнення відмов агрегатів та обладнання;  $\mu_{PP}, \mu_{ус.відм.}, \mu_{КР}$  – продуктивності сил інженерно-авіаційного забезпечення в авіаційній частині і авіаційного ремонтного підприємства щодо виконання регламентних робіт, усунення наслідків відмов і здійснення капітального ремонту авіаційної техніки, відповідно.

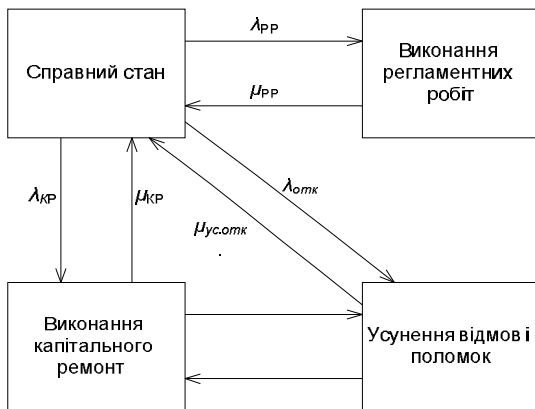


Рис. 5. Схема дискретних станів при моделюванні процесів експлуатації парку учбово-бойових літаків в авіаційній частині

Рішення системи лінійних рівнянь (16) відносно ймовірності знаходження довільно узятого ЛА в справному стані  $P_{спр.}$  має вигляд

$$P_{спр.} = k_{спр.}^{АТ} = \mu_{PP}\mu_{ус.відм.}\mu_{КР} \times (\lambda_{PP}\mu_{КР}\mu_{ус.відм.} + \mu_{PP}\lambda_{КР}\mu_{ус.відм.} + \mu_{PP}\mu_{КР}\lambda_{відм.} + \mu_{PP}\mu_{КР}\mu_{ус.відм.})^{-1} \quad (17)$$

Величини інтенсивності потоків по переходу АТ в дискретні стани та продуктивності сил інженерно-авіаційного забезпечення авіаційної частини і авіаційного ремонтного підприємства щодо виконання РР, усунення наслідків відмов і здійсненню КР АТ, які входять до (17), можуть бути оцінені за допомогою наступних виразів:

$$\lambda_{PP} = \frac{U\varphi_{дод.}}{T_{PP}}; \quad (18)$$

$$\lambda_{відм.} = \frac{U\varphi_{дод.}}{T_{відм.}}; \quad (19)$$

$$\lambda_{КР} = \frac{U\varphi_{дод.}}{T_{КР}}; \quad (20)$$

$$\mu_{PP} = \frac{B_{TEЧ}}{B_{PP}} \cdot \varphi_{MTЗ}; \quad (21)$$

$$\mu_{ус.відм.} = \frac{1}{\bar{T}_{ус.відм.}} \cdot \varphi_{MTЗ}; \quad (22)$$

$$\mu_{КР} = \frac{1}{T_{КР}}, \quad (23)$$

де  $\varphi_{дод.}$  – коефіцієнт, що враховує додатковий наліт АТ на кожну заплановану годину нальоту (наліт на розвідку погоди, обліт АТ, після регламентних робіт і замін агрегатів, обліт наземних засобів радіотехнічного забезпечення польотів);

$T_{PP}$  – встановлений міжрегламентний ресурс АТ в годинах нальоту;

$T_{відм.}$  – напрацювання в годинах нальоту на одну відмову (поломку) АТ;

$T_{КР}$  – міжремонтний ресурс АТ в льотних годинах;

$B_{TEЧ}$  – місячний бюджет наявних трудовитрат ТЕЧ;

$B_{PP}$  – нормативні трудовитрати на виконання регламентних робіт на одному ЛА;

$\varphi_{MTЗ}$  – коефіцієнт ефективності матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) заходів щодо експлуатації АТ;

$\bar{T}_{ус.відм.}$  – середня тривалість усунення наслідків відмов (поломок) без врахування чекання необхідних запасних частин і агрегатів;

$T_{КР}$  – встановлена для авіаційної частини періодичність відправки на ремонтні підприємства експлуатованої техніки.

Аналізуючи (12) – (14), можна зробити висновок про те, що величина ймовірності гарантованого забезпечення запланованого нальоту достатньою кількістю справних УБЛ залежить від параметрів організації польотів і експлуатації АТ в авіаційній частині. Перепускна спроможність УБЛ збільшується при зростанні кількості планованих на місяць

льотних змін, їх тривалості і ефективності функціонування систем аеродромно-технічного і інженерно-авіаційного забезпечення польотів. Із зростанням об'єму планованого нальоту, унаслідок зменшення коефіцієнта справності АТ, який підтримується в авіаційній частині, перепускна спроможність парку УБЛ зменшується.

Таким чином, в даній науковій статті запропонована модель перепускної спроможності інструкторського складу і парку УБЛ в авіаційній частині (АЕ) при плануванні льотної підготовки. Запропоновано рівень перепускної спроможності вимірювати величинами ймовірностей гарантованого забезпечення запланованого нальоту достатньою кількістю льотчиків-інструкторів і справних УБЛ.

У статті, на підставі використання положень теорії масового обслуговування і випадкових процесів, приведені залежності, за допомогою яких можуть обчислюватися величини даних ймовірностей.

Вирази, що приводяться в статті, дозволяють встановлювати функціональну залежність між основними параметрами, які складають зміст рішення командира авіаційної частини по плануванню льотної підготовки авіаційної частини на рік, і значеннями ймовірностей гарантованого забезпечення нальоту достатньою кількістю інструкторів та УБЛ.

В якості параметрів, що характеризують рішення командира авіаційної частини щодо планування льотної підготовки на рік, в статті розглядаються:

- параметри організації льотної роботи та відпочинку інструкторського складу;
- склад групи льотчиків-інструкторів;
- параметри організації проведення польотів і процесів експлуатації АТ і АТЗ польотів в авіаційній частині.

Результати, представлені в даній статті, доцільно використовувати при розробці спеціального математичного забезпечення для автоматизованої системи планування і організації льотної підготовки в авіаційних частинах.

### Список літератури

1. Автоматизированная система управления работой авиакомпании. – С. Петербург, ТОВ «Мираж». – 2006, 43 с. <http://www.mirag.spb.ru>.
2. ИС предприятие-8. Управление производственным предприятием. Концепция и обзор методических решений. – М.: фирма «ИС», 2004. – 66 с.
3. Шапиро Дж. Моделирование цепи поставок / Дж. Шапиро: пер. с англ. – СПб., Питер, 2006. – 720 с.
4. Бурков В.Н. Механизмы функционирования организационных систем / В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев. – М.: Наука, 1981. – 384 с.
5. Таха Х. Введение в исследование операций. В 2-х кн. / Х. Таха: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – Кн. 1 – 484 с.; кн. 2 – 496 с.
6. Модель ограничений при инженерно-авиационном и аэродромно-техническом обеспечении полётов в авиационной части / А.В. Никифоров // Збірник наукових праць. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 1(19). – С. 34-38.
7. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
8. Никифоров А.В. Модель прогнозирования состояния парков авиационной и специальной техники при проведении полётов в авиационной части / А.В. Никифоров // Збірник наукових праць. – Х.: ХУПС, 2009. – Вип. 3(21). – С. 27-31.

Надійшла до редколегії 10.11.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Б. Леонтьев, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МОДЕЛЬ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ИНСТРУКТОРСКОГО СОСТАВА И ПАРКА УЧЕБНО-БОЕВЫХ САМОЛЁТОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ЛЁТНОЙ ПОДГОТОВКИ В АВИАЦИОННОЙ ЧАСТИ

В.В. Сидаш, А.В. Никифоров

Предложена вероятностная модель пропускной способности инструкторского состава и парка учебно-боевых самолётов (УБС) при планировании лётной подготовки авиационной части на год. В качестве численных характеристик пропускной способности используются вероятности гарантированного обеспечения запланированного налёта достаточным количеством лётчиков-инструкторов и УБС. Для построения математической модели пропускной способности инструкторов и УБС использованы положения теории массового обслуживания и случайных процессов.

**Ключевые слова:** процесс принятия решения, пропускная способность, формализация, модель состояния.

### MODEL OF CARRYING CAPACITY OF INSTRUCTOR COMPOSITION AND PARK EDUCATIONAL-BATTLE AIRPLANES AT PLANNING OF FLYING PREPARATION IN AN AIR-UNIT

V.V. Sidash, A.V. Nikiforov

The probabilistic model of carrying capacity of instructor composition and park is offered educational-battle airplanes (EBA) at planning of flying preparation of air-unit on a year. As numeral descriptions of carrying capacity probabilities of the assured providing of the planned raid the enough body of pilots-instructors and EBA are used. For the construction of mathematical model of carrying capacity of instructors and EBA positions of theory of mass service and casual processes are used.

**Keywords:** decision-making process, carrying capacity, formalization, model of the state/