НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ
ІМЕНІ Б. ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кафедра загальнонаукових та інженерних дисциплін

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін
працівник Людмила БОРОВИК
"26" 06 2020

Прим. № 1

Професор, д.п.н.
Боровик Л.В.

МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА
для проведення заняття з дисципліни "Методи наукових досліджень"

Тема № 7. Спеціальні методи наукових досліджень
Заняття №5. Елементи теорії масового обслуговування

Обговорена на засіданні
ПМК №1 "25" 06 2020р.
Протокол № 11

Хмельницький
2020

Тема № 7. Спеціальні методи наукових досліджень
Заняття №5. Елементи теорії масового обслуговування

Навчально-розвиваюча та виховна мета

1. Поглибити знання ад'юнктів щодо методів розв'язування оптимізаційних задач теорії масового обслуговування.
2. Формувати та розвивати у ад'юнктів логічне мислення, цікавість та допитливість, пізнавальну активність.
3. Виховувати у ад'юнктів такі професійні якості, як наполегливість, компетентність, самостійність, вміння приймати правильні рішення, робити логічні висновки.

Час: 80 хв.
Місце: навчальний клас за розкладом
Вид заняття: практичне заняття
Навчально-матеріальне забезпечення:
1. Мультимедійний проектор, слайди (по можливості).
2. Екіпірування ад'юнктів – зошити, олівці, лінійки.
3. Дошка, крейда.

Література

1. Базова:

[1.1] Боровик О. В., Боровик Л. В. Дослідження операцій в оперативно-службовій діяльності органів охорони державного кордону: Підручник. Хмельницький: Видавництво Національної академії Державної прикордонної сужби України імені Б. Хмельницького, 2009. 444 с.

[1.2] Боровик О.В., Боровик Л.В., Гащук І.В. Дослідження операцій: Лабораторний практикум. Хмельницький: Вид. НАДПСУ, 2006. 103 с.

2. Допоміжна:

[2.2] Методика теоретичних досліджень у галузі технічних наук, Ч.1 / Під заг. ред. Олексієнка Б.М./ Хмельницький: Вид. АПВУ, 1999. 42с.

Навчальні питання та розподіл часу

№з/п	Навчальні питання	Час (хв)
I	**ВСТУПНА ЧАСТИНА**	**5**
II	**ОСНОВНА ЧАСТИНА**	**70**
	Елементи теорії масового обслуговування	70
III	**ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА**	**5**

Вказівки по порядку та методиці проведення заняття

I. Загальні організаційно-методичні вказівки

1. Перед тим, як розпочати роботу з розв’язування задач слід актуалізувати матеріал лекцій з теми, що передують даному заняттю.

2. При розв’язуванні задач слід надавати допомогу ад’юнктам по мірі необхідності. При цьому слід розвивати в них вміння самостійно знаходити методи розв’язування задач.

3. Після закінчення заняття попрощатись і відпустити ад’юнктів на перерву.

II. Методичні вказівки по вступній частині

1. Привітання.
2. Визначення актуальності заняття.
3. Оголошення теми і плану заняття.

III. Методичні вказівки по основній частині

1. Провести актуалізацію матеріалу лекцій з теми, що передують даному заняттю.

2. Навчити ад’юнктів розв’язувати оптимізаційні задачі теорії масового обслуговування.

3. У процесі навчання слід розвивати в ад’юнктів вміння самостійно знаходити методи розв’язування задач.

4. Після завершення кожного навчального питання підвести підсумок.

IV. Методичні вказівки по заключній частині

1. Підвести підсумок заняття (нагадати назву теми, питання, мету).
2. Відповісти на питання ад’юнктів.
3. Висловити свої зауваження аудиторії, якщо такі будуть.
4. Дати завдання на самопідготовку:

а) опрацювати матеріал лекцій з теми, що передують даному заняттю;

б) розв’язати завдання із [1.1] Боровик О. В., Боровик Л. В. Дослідження операцій в оперативно-службовій діяльності органів охорони державного кордону: Підручник. Хмельницький: Видавництво Національної академії Державної прикордонної сужби України імені Б. Хмельницького, 2009. С.377-429;

[1.2] Боровик О.В., Боровик Л.В., Гащук І.В. Дослідження операцій: Лабораторний практикум. Хмельницький: Вид. НАДПСУ, 2006. С.90-101.

в) вказати тему та вид наступного заняття – Модульний контроль №2..

5. Оголосити закінчення заняття.

Зміст заняття

I. ВСТУПНА ЧАСТИНА

1. Прийняття рапорту чергового.
2. Привітання.
3. Перевірка готовності ад'юнктів до заняття.
4. Усунення виявлених недоліків.
5. Видання переліку рекомендованої літератури з теми заняття.
6. Оголошення теми і мети та плану заняття.

II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

Зміст основної частини

Елементи теорії масового обслуговування

1) Коротке повторення теоретичного матеріалу

Увага ад'юнктів звертається на наступні питання:

1. **Який найпростіший потік подій і які його властивості?**

Потоком подій називається послідовність однорідних подій, що слідують одна за другою в деякі випадкові моменти часу. Прикладами потоків подій можуть бути: потік автомобілів, які прибувають на пункт пропуску чи бензозаправочну станцію; потік викликів на телефонній станції; потік покупців у магазині тощо.

Потік подій називається регулярним, якщо події слідують одна за іншою через однакові проміжки часу. Такі потоки на практиці зустрічаються зрідка. При дослідженні операцій частіше зустрічаються потоки, для яких моменти настання події і проміжки часу між ними є випадковими.

Потік подій називається стаціонарним, якщо ймовірність попадання певної кількості подій на ділянку часу протяжністю τ залежить лише від τ і не залежить від того, де саме на числовій осі розташована ця ділянка часу.

Стаціонарність потоку означає його однорідність по часу: ймовірнісні характеристики в залежності від часу не змінюються. Зокрема, інтенсивність потоку λ (середня кількість заявок в одиницю часу) для стаціонарного потоку залишається сталою. Це, звичайно, не означає, що фактична кількість подій, що з'являються в одиницю часу, є сталою. Потік звичайно може мати і скупчення, і розрідження. Однак важливим є те, що для стаціонарного потоку ці скупчення та розрідження не мають закономірного характеру, а середня кількість подій, що попадає на одиничну ділянку часу, залишається сталою для всього розглядуваного періоду.

На практиці часто зустрічаються потоки, які, по крайній мірі, на обмежених інтервалах часу можуть вважатися стаціонарними. Потік викликів на телефонну станцію протягом доби не є стаціонарним. Однак на окремих інтервалах часу з достатнім ступенем точності його можна вважати таким (інтенсивність викликів вночі менша ніж вдень).

Потік подій називається потоком без післядії, якщо для довільних інтервалів часу, що не перетинаються, кількість подій, що попадає на один з них, не залежить від кількості подій, що попала на другий.

Відсутність післядії в потоці означає, що події, які утворюють потік, з'являються в послідовні моменти часу незалежно одна від іншої.

Прикладом потоку без післядії може бути потік пасажирів, які входять у станцію метро. Це пояснюється тим, що причини, які визначили прихід одного пасажира в певний момент часу, як правило, не залежать від аналогічних причин для інших пасажирів.

Потік подій називається ординарним, якщо ймовірність попадання на елементарний проміжок часу двох чи більшої кількості подій є значно меншою в порівнянні з ймовірністю попадання однієї події.

Ординарність потоку означає, що події потоку з'являються поодинці, а не парами, трійками чи т. ін.

Прикладом ординарного потоку подій може бути потік звернень пасажирів до працівника залізничної каси. Прикладом неординарного потоку може бути потік звернень громадян у ЗАГС.

Потік подій, що є стаціонарним, без післядії і ординарним, називається найпростішим або стаціонарним пуассонівським. Назва "найпростішого" обумовлена тим, що математичне описання такого потоку є достатньо простим. Як не дивно, але математичне описання регулярного потоку є значно складнішим. Це зумовлено тим, що регулярний потік характеризується властивістю післядії, яка достатньо складна в математичному описанні.

Найпростіший потік серед інших потоків відіграє особливу роль. Так, при суперпозиції достатньо великої кількості потоків, що характеризуються наявністю післядії, утворюється сумарний потік, який можна вважати найпростішим.

Якщо потік подій ординарний, без післядії, але не стаціонарний, то він називається нестаціонарним пуассонівським потоком. У такому потоці інтенсивність λ є змінною величиною.

Пуассонівський потік подій тісно зв'язаний з розподілом Пуассона. А саме, кількість подій потоку, що попадає на довільний інтервал часу, розподілена за законом Пуассона. Тобто ймовірність попадання на інтервал часу тривалістю τ рівно m подій рівна

$$P_m = \frac{\alpha^m}{m!} e^{-\alpha}, \tag{1}$$

де α – середня кількість подій, що попадає на інтервал часу τ.

Для найпростішого потоку

$$\alpha = \lambda\tau. \tag{2}$$

Для нестаціонарного пуассонівського потоку

$$\alpha = \int_{t_0}^{t_0+\tau} \lambda(t)dt, \tag{3}$$

де t_0 – момент часу, відносно якого відраховується інтервал часу τ.

Дослідження найпростішого потоку подій, що наведені в будь-якому курсі теорії ймовірностей, вказують на те, що:

– проміжок часу T між сусідніми подіями в потоці розподілений за показниковим законом

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}. \tag{4}$$

– середнє значення величини T рівне $\frac{1}{\lambda}$.

– середнє квадратичне відхилення величини T рівне $\frac{1}{\lambda}$.

Для нестаціонарного пуассонівського потоку закон розподілу величини T не є показниковим. Його вид залежить від того, де на числовій осі знаходиться перша подія, а також від виду залежності $\lambda(t)$. У випадку ж, коли $\lambda(t)$ змінюється порівняно повільно, тобто її зміна за час між двома подіями незначна, закон розподілу величини T можна вважати показниковим, приймаючи за $\lambda(t)$ середнє значення $\lambda(t)$ на інтервалі, що цікавить нас.

Нескладно отримати, що ймовірність того, що на елементарному проміжку часу Δt з'явиться одна подія найпростішого потоку, рівна

$$P_1(\Delta t) \approx \lambda \cdot \Delta t. \tag{5}$$

Якщо ж потік нестаціонарний пуассонівський, то

$$P_1(\Delta t) \approx \lambda(t) \cdot \Delta t. \tag{6}$$

2. Яка класифікація марковських випадкових процесів?

Нехай задана деяка фізична система S, стан якої змінюється з часом (під системою S може розумітися будь-що, наприклад технічний пристрій, ремонтна майстерна, обчислювальна машина, залізничний вузол і т. д.). Якщо стан системи S змінюється з часом випадковим, наперед непередбачуваним чином, то кажуть, що в системі S протікає випадковий процес.

Конкретне протікання кожного з цих процесів залежить від ряду випадкових, наперед непередбачуваних факторів, таких як: надходження запитів на ЕОМ і їх вид; випадкові виходи ЕОМ з ладу; випадкові збурення в системі управління ракетою; випадковий характер потоку заявок (вимог), що поступають від клієнтів; випадкові перебої у виконанні плану постачання і т.д.

Випадковий процес, що протікає в системі S, називається марковським або "процесом без післядії", якщо він має наступну властивість:

для кожного моменту часу t_0 ймовірність довільного стану системи в майбутньому (при $t > t_0$) залежить лише від її стану на даний момент (при $t = t_0$) і не залежить від того, коли і яким чином система перейшла в цей стан, тобто як розвивався процес у минулому.

На практиці часто зустрічаються випадкові процеси, які, з достатнім ступенем точності, можна вважати марковськими.

Марковські випадкові процеси діляться на класи за деякими ознаками, зокрема, в залежності від того, як і в які моменти часу система S може змінювати свій стан.

Випадковий процес називається процесом з дискретними станами, якщо можливі стани системи:

$$S_1,\ S_2,\ S_3,\ \dots$$

можна перерахувати (перенумерувати) один за іншим, а сам процес полягає в тому, що час від часу система S стрибком (миттєво) перескакує з одного стану в інший.

Окрім процесів з дискретними станами існують випадкові процеси з неперервними станами: для цих процесів характерний поступовий, плавний перехід із стану в стан. Наприклад процес зміни напруги в освітлювальній мережі є випадковим процесом з неперервними станами.

2) Розв'язування задач

Ад'юнкти під керівництвом викладача розв'язують задачі, коментуючи основні теоретичні положення. При необхідності викладач залучає до розв'язування задач та відповідей на питання ад'юнктів з місця.

Розглянемо випадковий процес з дискретними станами.

При аналізі випадкових процесів з дискретними станами зручно користуватися геометричною схемою – так званим графом станів. Граф станів геометрично зображає можливі стани системи і її можливі переходи з стану в стан.

Завдання 1

Система S – автомобіль, який може перебувати в одному з п'яти можливих станів:

S_1 – справний, працює;

S_2 – несправний, чекає огляду;

S_3 – оглядається;

S_4 – ремонтується;

S_5 – списаний.

Граф станів системи показаний на рис. 1.

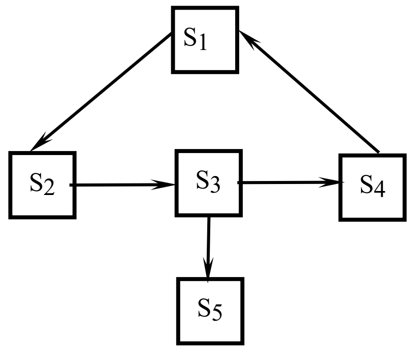

Рис.1

Завдання 2

Побудувати граф станів для прикладу 1 в випадку, коли ремонт вузлів в ході процесу не здійснюється.

Граф станів представлений на рис. 2. Слід відмітити, що на рис. 2 випадком, коли одночасно виходять з ладу обидва вузли, знехтувано.

Завдання 3

Побудувати граф станів для прикладу 1 в випадку, коли ремонт вузлів в ході процесу здійснюється відразу після того, як вони вийшли з ладу.

Граф станів представлений на рис. 3.

Тут можливі стани системи наступні:

S_1 – обидва вузли працюють;

S_2 – перший вузол відновлюється, другий працює;

S_3 – другий вузол відновлюється, перший працює;

S_4 – обидва вузли відновлюються.

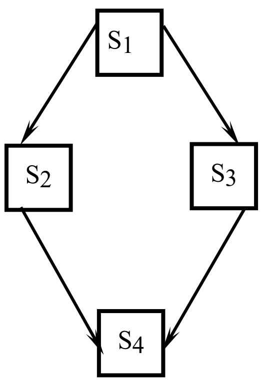

Рис. 2

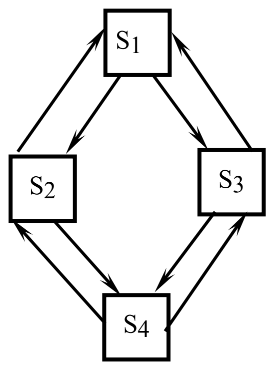

Рис. 3

Розглянемо тепер випадкові процеси з дискретним часом.

Завдання 4

По деякій цілі ведеться стрільба чотирьома пострілами в моменти часу t_1, t_2, t_3, t_4.

Можливі стани цілі (системи):

S_1 – ціль неушкоджена;

S_2 – ціль пошкоджена незначною мірою;

S_3 – ціль пошкоджена значною мірою;

S_4 – ціль вражена (не може функціонувати).

Розмічений граф станів системи наведений на рис. 4.

У початковий момент ціль знаходиться в стані S_1.

Знайти ймовірності станів цілі після чотирьох пострілів.

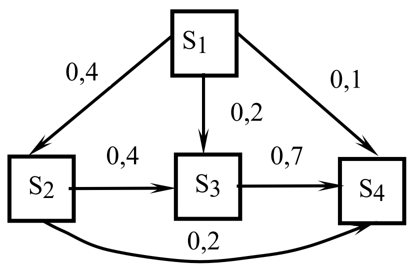

Рис. 4

Розв’язання

З графу станів маємо

$$P_{12} = 0{,}4; \quad P_{13} = 0{,}2; \quad P_{14} = 0{,}1 \text{ і } P_{11} = 1 - (P_{12} + P_{13} + P_{14}) = 0{,}3.$$

Аналогічно знаходимо:

$$P_{21} = 0; \quad P_{22} = 0{,}4; \quad P_{23} = 0{,}4; \quad P_{24} = 0{,}2;$$

$$P_{31} = 0; \quad P_{32} = 0; \quad P_{33} = 0{,}3; \quad P_{34} = 0{,}7;$$

$$P_{41} = 0; \quad P_{42} = 0; \quad P_{43} = 0; \quad P_{44} = 1.$$

Таким чином матриця перехідних ймовірностей має вигляд

$$\left(P_{ij}\right) = \begin{pmatrix} 0{,}3 & 0{,}4 & 0{,}2 & 0{,}1 \\ 0 & 0{,}4 & 0{,}4 & 0{,}2 \\ 0 & 0 & 0{,}3 & 0{,}7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

Оскільки в початковий момент ціль S знаходиться в стані S_1, то

$$p_1(0) = 1.$$

Ймовірності станів після першого кроку (пострілу) беруться з першого рядка матриці перехідних ймовірностей:

$$p_1(1) = 0{,}3; \quad p_2(1) = 0{,}4; \quad p_3(1) = 0{,}2; \quad p_4(1) = 0{,}1.$$

Ймовірності станів після другого кроку рівні:

$$p_1(2) = p_1(1)\, P_{11} = 0{,}3 \cdot 0{,}3 = \underline{0{,}09};$$

$$p_2(2) = p_1(1)\, P_{12} + p_2(1)\, P_{22} = 0{,}3 \cdot 0{,}4 + 0{,}4 \cdot 0{,}4 = \underline{0{,}28};$$

$$p_3(2) = p_1(1)\, P_{13} + p_2(1)\, P_{23} + p_3(1)\, P_{33} =$$

$$= 0{,}3 \cdot 0{,}2 + 0{,}4 \cdot 0{,}4 + 0{,}2 \cdot 0{,}3 = \underline{0{,}28};$$

$$p_4(2) = p_1(1)\, P_{14} + p_2(1)\, P_{24} + p_3(1)\, P_{34} + p_4(1) P_{44} =$$

$$= 0{,}3 \cdot 0{,}1 + 0{,}4 \cdot 0{,}2 + 0{,}2 \cdot 0{,}7 + 0{,}1 \cdot 1 = \underline{0{,}35}.$$

Ймовірності станів після третього кроку рівні:

$$p_1(3) = p_1(2)\, P_{11} = 0{,}09 \cdot 0{,}3 = \underline{0{,}027};$$

$$p_2(3) = p_1(2)\, P_{12} + p_2(2)\, P_{22} = 0{,}09 \cdot 0{,}4 + 0{,}28 \cdot 0{,}4 = \underline{0{,}148};$$

$$p_3(3) = p_1(2)\, P_{13} + p_2(2)\, P_{23} + p_3(2)\, P_{33} =$$

$$= 0{,}09 \cdot 0{,}2 + 0{,}28 \cdot 0{,}4 + 0{,}28 \cdot 0{,}3 = \underline{0{,}214};$$

$$p_4(3) = p_1(2)\, P_{14} + p_2(2)\, P_{24} + p_3(2)\, P_{34} + p_4(2) P_{44} =$$

$$= 0{,}09 \cdot 0{,}1 + 0{,}28 \cdot 0{,}2 + 0{,}28 \cdot 0{,}7 + 0{,}35 \cdot 1 = \underline{0{,}611}.$$

Ймовірності станів після четвертого кроку рівні:

$$p_1(4) = p_1(3)\, P_{11} = \underline{0{,}0081};$$

$$p_2(4) = p_1(3)\, P_{12} + p_2(3)\, P_{22} = 0{,}27 \cdot 0{,}4 + 0{,}148 \cdot 0{,}4 = \underline{0{,}07};$$

$$p_3(4) = p_1(3)\, P_{13} + p_2(3)\, P_{23} + p_3(3)\, P_{33} =$$

$$= 0{,}027 \cdot 0{,}2 + 0{,}148 \cdot 0{,}4 + 0{,}214 \cdot 0{,}3 = \underline{0{,}1288};$$

$$p_4(4) = p_1(3)\, P_{14} + p_2(3)\, P_{24} + p_3(3)\, P_{34} + p_4(3) P_{44} =$$

$$= 0{,}027 \cdot 0{,}1 + 0{,}148 \cdot 0{,}2 + 0{,}214 \cdot 0{,}7 + 0{,}611 \cdot 1 = \underline{0{,}7931}.$$

Отже, результати обчислень вказують на наступне:

– ціль після чотирьох пострілів не пошкоджена з ймовірністю $p_1(4) \approx 0{,}008$;

– ціль після чотирьох пострілів отримала незначні пошкодження з ймовірністю $p_2(4) \approx 0{,}070$;

– ціль після чотирьох пострілів отримала значні пошкодження з ймовірністю $p_3(4) \approx 0{,}129$;

– ціль вражена з ймовірністю $p_4(4) \approx 0{,}7931$.

Вище розглядався однорідний марковський ланцюг.

Розглянемо тепер загальний випадок, тобто неоднорідний марковський ланцюг.

Завдання 5

Здійснюється три постріли по цілі. Можливі стани системи такі ж, як і в прикладі 7. Ймовірності ж переходу для кожного з пострілів визначаються наступними матрицями:

$$\left(P_{ij}^{(1)}\right)=\begin{pmatrix}0,3 & 0,4 & 0,2 & 0,1\\ 0 & 0,4 & 0,4 & 0,2\\ 0 & 0 & 0,3 & 0,7\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix};\ \left(P_{ij}^{(2)}\right)=\begin{pmatrix}0,1 & 0,4 & 0,3 & 0,2\\ 0 & 0,2 & 0,5 & 0,3\\ 0 & 0 & 0,2 & 0,8\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix};\ \left(P_{ij}^{(3)}\right)=\begin{pmatrix}0,05 & 0,3 & 0,4 & 0,25\\ 0 & 0,1 & 0,6 & 0,3\\ 0 & 0 & 0,1 & 0,9\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}.$$

У початковий момент часу ціль знаходиться в стані S_1.

Знайти ймовірності станів після трьох пострілів.

Розв’язання

З урахуванням даних задачі та формули (10.9), нескладно отримати, що

$$p_1(1)=0,3;\quad p_2(1)=0,4\quad p_3(1)=0,2;\quad p_4(1)=0,1;$$

$$p_1(2)=p_1(1)\,P_{11}^{(2)}=0,3\cdot 0,1=\underline{0,03};$$

$$p_2(2)=p_1(1)\,P_{12}^{(2)}+p_2(1)\,P_{22}^{(2)}=0,3\cdot 0,4+0,4\cdot 0,2=\underline{0,20};$$

$$p_3(2)=p_1(1)\,P_{13}^{(2)}+p_2(1)\,P_{23}^{(2)}+p_3(1)\,P_{33}^{(2)}=$$
$$=0,3\cdot 0,3+0,4\cdot 0,5+0,2\cdot 0,2=\underline{0,33};$$

$$p_4(2)=p_1(1)\,P_{14}^{(2)}+p_2(1)\,P_{24}^{(2)}+p_3(1)\,P_{34}^{(2)}+p_4(1)P_{44}^{(2)}=$$
$$=0,3\cdot 0,2+0,4\cdot 0,3+0,2\cdot 0,8+0,1\cdot 1=\underline{0,44}.$$

$$p_1(3)=p_1(2)\,P_{11}^{(3)}=0,3\cdot 0,05\approx\underline{0,002;}$$

$$p_2(3)=p_1(2)\,P_{12}^{(3)}+p_2(2)\,P_{22}^{(3)}=0,03\cdot 0,3+0,20\cdot 0,1=\underline{0,029;}$$

$$p_3(3)=p_1(2)\,P_{13}^{(3)}+p_2(2)\,P_{23}^{(3)}+p_3(2)\,P_{33}^{(3)}=$$
$$=0,3\cdot 0,4+0,20\cdot 0,6+0,33\cdot 0,1=\underline{0,165};$$

$$p_4(3)=p_1(2)\,P_{14}^{(3)}+p_2(2)\,P_{24}^{(3)}+p_3(2)\,P_{34}^{(3)}+p_4(2)P_{44}^{(3)}=$$
$$=0,03\cdot 0,25+0,20\cdot 0,3+0,33\cdot 0,9+0,44\cdot 1\approx\underline{0,804}.$$

Отже, ймовірності станів після трьох пострілів наступні:

$$p_1(3)\approx 0,002;\quad p_2(3)=0,029;\quad p_3(3)=0,165;\quad p_4(3)\approx 0,804.$$

III. ЗАКЛЮЧНА ЧАСТИНА

1. Підведення підсумку заняття (нагадати назву теми, питання, мету).

2. Відповіді на запитання

Якщо у ад'юнктів виникли якісь запитання, викладач повинен відповісти на них.

3. Розбір роботи ад'юнктів на занятті.

Провести аналіз роботи ад'юнктів на занятті та висловити свої зауваження, якщо такі є.

4. Завдання на самопідготовку:

а) опрацювати матеріал лекцій з теми, що передують даному заняттю;

б) розв'язати завдання із [1.1] Боровик О. В., Боровик Л. В. Дослідження операцій в оперативно-службовій діяльності органів охорони державного кордону: Підручник. Хмельницький: Видавництво Національної академії Державної прикордонної сужби України імені Б. Хмельницького, 2009. С.377-429;

[1.2] Боровик О.В., Боровик Л.В., Гащук І.В. Дослідження операцій: Лабораторний практикум. Хмельницький: Вид. НАДПСУ, 2006. С.90-101.

в) вказати тему та вид наступного заняття – Модульний контроль №2..

5. Методичні рекомендації щодо опрацювання завдання на самопідготовку:

- виконати завдання аналогічно тим, що розв'язані на занятті;

6. Оголошення теми та виду наступного заняття (вказати тему та вид наступного заняття – Модульний контроль №2).

7. Оголошення закінчення заняття.

Автор

професор_________ Людмила БОРОВИК

"_____" ________________ 20___ р.