

**1. Алгоритм - це:**

- А) зрозумілі і точне розпорядження на виконання послідовності дій, направлених на досягнення визначеної мети
- Б) точне розпорядження на виконання дій, направлених на досягнення визначеної мети
- В) зрозумілі розпорядження на виконання дій для досягнення визначеної мети

**2/Основними етапами при розв'язанні задач за допомогою ПК є:**

- А) постановка задачі; побудова математичної моделі; опис алгоритму мовою програмування; тестування та налагоджування програм; експлуатація програми.
- Б) розробка алгоритму, побудова математичної моделі; опис алгоритму мовою програмування; тестування та налагоджування програм; експлуатація програми;
- В) постановка задачі; побудова математичної моделі; розробка алгоритму; опис алгоритму мовою програмування; тестування та налагоджування програм; експлуатація програми.

**3. У процесі КМ дослідник має справу із трьома об'єктами:**

- А) системою, комп'ютерною моделлю та програмою у комп'ютері
- Б) системою, математичною моделлю та програмою у комп'ютері
- В) системою, інформаційною моделлю та програмою у комп'ютері

**4. На етапі постановки задачі потрібно:**

- А) на основі побудованої математичної моделі розробити алгоритм
- Б) з'ясувати, що дано і що треба знайти, розробити алгоритм
- В) на основі побудованої математичної моделі розробити програму

**5. Властивість алгоритму, який повинен бути однозначно витлумачений називається:**

- А) Результативність      Б) Дискретність      В) Визначеність

**6. Яке позначення має структура алгоритму розвилка?**

- а) ромб;
- б) квадратом;
- в) овалом.

**Варіант 2**

**1. До форм подання алгоритму належать:**

- А) словесний, схеми, блок-схеми, алгоритмічна мова, мова програмування
- Б) словесний, усний, схеми, алгоритмічна мова, мова програмування
- В) малюнки, схеми, блок-схеми, алгоритмічна мова, мова програмування

**2. Якщо складений алгоритм забезпечує розв'язання не однієї окремої задачі, а розв'язує широкий клас задач даного типу, то ця властивість алгоритму:**

- А) Детермінованість      Б) Скінченість      В) Масовість

**3. На етапі розробки алгоритму потрібно:**

- А) на основі побудованої математичної моделі розробити алгоритм
- Б) з'ясувати, що дано і що треба знайти, розробити алгоритм
- В) на основі побудованої математичної моделі розробити програму

4. Розбивка алгоритму на окремі елементарні дії (команди), що легко виконуються даним виконавцем називається:

- А) Результативність
- Б) Дискретність
- В) Масовість

#### **5. Інформаційна модель — це:**

- А) матеріальний або віртуальний об'єкт, який використовується замість об'єкта-оригіналу чи явища (процесу) при його дослідженні
- Б) віртуальний об'єкт, який використовується замість об'єкта-оригіналу чи явища
- В) матеріальний об'єкт, який використовується замість об'єкта-оригіналу при його дослідженні

#### **6. Алгоритм – це:**

- а) програми, призначені для розв'язання різноманітних проблем в конкретній предметній галузі.
- б) матеріальний або віртуальний об'єкт, який використовується замість об'єкта-оригіналу чи явища (процесу) при його дослідженні й зберігає інформацію про деякі важливі для даного дослідження типові риси й властивості оригіналу.
- в) зрозуміле і точне розпорядження виконавцю виконати послідовність дій, направлених на досягнення визначеної мети або на розв'язання поставленого завдання.

### **V. Практична робота: вироблення практичних навичок.**

Практична робота

1 Варіант

Скласти алгоритм обчислення функції

2 Варіант

Скласти алгоритм обчислення функції

### **VI. Підсумок уроку**

Загальну оцінку, тобто, суму балів, одержаних за письмові відповіді, та кількості виконаних практичних завдань, виставляю у відповідному полі зошита.

### **VII. Домашнє завдання**

Попередньо ознайомитися з темою «Основи математичної логіки», яка буде вивчатися на наступному уроці.

Розглянемо моделювання методом „дерево рішень" для гіпотетичних альтернативних схем лікування. Лікарський засіб А коштує 100 грн і має вищу ефективність лікування 70%, а лікарський засіб В має ефективність 35%, проте коштує 10 грн. Для 50% хворих, в яких лікування було

неефективне, необхідним є додаткове стаціонарне лікування 2 дні, що становить 1000 грн, причому 90% хворих вилікуються.

За наведеним „деревом рішень" проведемо моделювання очікуваних витрат та очікуваної ефективності лікування.

Результати моделювання показників витрат ефективності у розрахунку на 1000 пацієнтів показали, що використання більш вартісного лікарського засобу, що має вищу ефективність, забезпечує очікувану економію коштів.

Розглянемо, як проводиться моделювання в аналізі "вартість-ефективність" для довготривалого прийому препарату з групи статинів.

Проблематика згоди чи незгоди хворого дотримуватись призначення лікарських засобів необхідно брати до уваги, перш за все, при моделюванні. Під час аналізу профілактичних заходів необхідно знати ставлення хворого до досліджуваного препарату. Наприклад, при аналізі ефективності гіполіпідемічного засобу, звичайно, визначають витрати на збережений рік життя, але необхідно враховувати, що гіполіпідемічні засоби, відповідно до своїх властивостей, мають різне дозування. Наприклад, дані про згоду хворого, одержані під час прийому гіполіпідемічних засобів прирандомізованих клінічних дослідженнях свідчать, що 15% хворих приймають правастатин протягом першого року призначення і лише 2-30 % хворих протягом наступних п'яти років, при цьому впливає дозування препарату. Згода хворого на прийом правастатину вища при вторинній профілактиці (після перенесеного інфаркту). Нижчою є згода хворого приймати препарати ацетилсаліцилової кислоти.

Хворі, які не погоджуються приймати препарат, належать до групи хворих без лікування. Некомплаєнтність хворого підвищує витрати на фармакотерапію та подальші витрати внаслідок непроведеної профілактики інфаркту міокарда. У групі, яка профілактично приймає препарат, витрати тим вищі, чим нижча комплаєнтність хворого. Клінічні дослідження хворих (рівень холестерину вище 6,2 ммоль/л) свідчать, що ймовірність гострого інфаркту міокарда при використанні статинів становить 0,07 %, а для хворих без лікування - 0,19 %. Результати моделювання у табл. 6.6. Середні витрати на лікування гострого інфаркту міокарда становлять 1250 у.о., середня вартість однієї встановленої добової дози препарату з групи статинів є 0,9 у.о., середня вартість обстеження амбулаторно становить 2,0 у.о і частота обстежень - 3 рази в рік.

Профілактичне використання препаратів із групи статинів протягом 5 років вимагає понад 1,5 млн у.о. Якщо ж не приймати препарати, то вартість

лікування хворих з інфарктом міокарда без профілактики становитиме близько 240тис.у.о.

Таким чином, впровадження використання статинів для профілактики інфаркту міокарда вимагає інвестувати в охорону здоров'я значну суму коштів.

Отже, результати дуже залежать від способу вимірювання біологічних параметрів. При їх інтерпретації необхідно зважувати, чи йдеться про характеристику ефекту, ефективності чи терапевтичної ефективності статинів, бо інформація про терапевтичну ефективність не завжди доступна. Тому необхідно враховувати це при інтерпретації результатів дослідження "вартість-ефективність". На терапевтичну ефективність безпосередньо впливає хворий, який відповідно до свого самопочуття змінює конкретну схему фармакотерапії залежно від свого ста

Розглянемо модель аналізу лікарських засобів для лікування ревматоїдного артриту з використанням показника безпечності. В Україні на ревматоїдний артрит щорічно діагностується майже 9000 нових хворих, з них 68% у працездатному віці. Для лікування ревматоїдного артриту застосовуються нестероїдні протизапальні засоби (НПЗЗ): диклофенак натрію, ібупрофен, напроксен. Проте НПЗЗ знижують синтез простагландину шляхом пригнічення двох ізомерів циклооксигенази, які є важливим для синтезу та збереження мукозу на оболонці шлунка, а інші системно підтримують запальний процес.

НПЗЗ характеризуються високим показником розвитку ускладнень шлунково-кишкового каналу - в 30% хворих виникають шлунково-кишкові розлади, з яких у 2-4% розвивається виразка, що супроводжується перфорацією, кровотечею. Для усунення побічної дії НПЗЗ при лікуванні застосовуються противиразкові препарати H<sub>2</sub>-блокатори, інгібітори протонної помпи. За результатами 8-ми рандомізованих клінічних досліджень нового препарату целебрекс в порівнянні з НПЗЗ та їх комбінацією з противиразковими засобами були визначені статистично достовірні показники частоти шлунково-кишкових ускладнень (p<0,01), які подані у табл. 6.7. Отже, використання сучасного препарату дозволяє в 2,5-3 рази зменшити ризик серйозних ускладнень, які виникають при прийомі НПЗЗ.

Розглянемо модель фармакоеконічного аналізу методом „дерево рішень" лікування ревматоїдного артриту, вона включає

аналіз схем лікування та їх результатів - "гілки", коли враховують показник побічних реакцій на альтернативні лікарські засоби.

Перша "гілка" - це прийом НПЗЗ, при якому у 30% хворих розвиваються симптоми поразень шлунково-кишкового тракту, зокрема, пептична виразка, яка вимагає стаціонарного лікування, якщо є перфорація, або амбулаторного. Друга "гілка"- це прийом препарату целебрекс.

При обчисленні витрат на лікування 100 хворих препаратом целебрекс у порівнянні з НПЗЗ та їх комбінаціями з противиразковими засобами, враховуємо лише вартість на 6-ти місячний курс лікування (2002 рік). У схеми включали препарати імпортного виробництва, що наявні на ринку України, щоб було можливо застосувати дані про їх ефективність.

На першому етапі обчислимо прямі медичні витрати за 4-ма схемами:

- 1) НПЗЗ - диклофенак натрію (вольтарен);
- 2) целебрекс;
- 3) НПЗЗ + інгібітор протонного насоса (ульток);
- 4) НПЗЗ + H<sub>2</sub>-блокатор (ранітидин).

Обчислимо інкрементальний коефіцієнт приросту ефективності витрат:  $ІКПЕВ = (C_1 - C_2) / (E_1 - E_2)$ . Він відображає, яку кількість коштів необхідно вкласти, щоб зменшити частоту шлунково-кишкових розладів на 35 %. При використанні целебрексу для поліпшення безпечності лікування на 1 % це становить майже 2 грн., для решти комбінацій препаратів - 62-88 грн. відповідно.

У фармакоеконічному аналізі використовується **модель Маркова**. Усі події з точки зору цього аналізу - це перехід з одного стану в інший, при цьому проводять припущення, що всі люди здорові (повне здоров'я - 1), а в момент виявлення захворювання вони переходять в інший стан. Частина хворих має більш ранні стадії і переходить у більш пізні стадії захворювання, а частина, навпаки, із більш пізніх стадій до більш ранніх за рахунок активного лікування.

Хворий завжди перебуває у певному стані, так звані Марковські стани.

Марковські моделі оцінюються матричними методами, тобто методом моделювання за контингентами чи методом Монте-Карло. Часовий інтервал дослідження розбивають на однакові часові одиниці, які називають марковськими циклами. Тривалість циклу обирають так, щоб проміжок часу мав певне значення (наприклад, стадія захворювання). Протягом кожного циклу хворий переходить з одного стану в інший, тобто визначають відсоток хворих на кожній стадії захворювання, які виліковуються, мають ускладнення і/або помирають. Марковський процес визначається розподілом ймовірності між початковими станами та ступенем ймовірності переходу для окремих груп хворих.

При побудові імітаційної моделі Маркова інтегруються дані з різних джерел і встановлюється приріст коефіцієнтів "витрати-ефективність".

Методологія фармакоекономічного аналізу "вартість-ефективність" та використання моделювання дозволяє **вирішити наступні завдання:**

- аналіз ефективності, безпечності використання лікарських засобів на усіх етапах медичної допомоги;
- обґрунтування вибору лікарських засобів для розробки протоколів ведення хворих, переліків основних лікарських засобів, формулярів при страховому забезпеченні;
- формування клінічних та економічних вимог на державному рівні до ефективності, безпечності, взаємозаміни лікарських засобів;
- розвиток і покращення методів фармацевтичної опіки хворих при стаціонарному й амбулаторному лікуванні;
- фармакоекономічне обґрунтування нормативних документів системи стандартизації медичних технологій з врахуванням територіальних особливостей України;
- формування основ системи медичного страхування.

**Марківський процес**, важливий спеціальний вигляд *випадкових процесів*, що мають велике значення в додатках теорії вірогідності до різних розділів природознавства і техніки. Прикладом М. п. може служити розпад радіоактивної речовини. Відомо, що вірогідність розпаду даного атома за малий проміжок часу  $dt$  рівна  $a dt$ , де  $a$  — постійна, характеризуюча інтенсивність розпаду даної радіоактивної речовини; ця вірогідність не залежить від долі всіх інших атомів і від віку даного атома. Хай  $N$  позначає число атомів радіоактивної речовини в деякий початковий момент часу  $t = 0$  і  $P_n(t)$  — вірогідність того, що до моменту часу  $t$  розпалося  $n$  атомів. Вірогідність  $P_n(t)$  задовольняють системі диференціальних рівнянь.

Вирішуючи цю систему рівнянь при початкових даних

$$P_0(0) = 1, P_n(0) = 0, 1 \leq n \leq N,$$

отримуємо.

В даному прикладі в кожен момент часу є або 0, або 1, або 2 ..., або  $N$  атомів, що розпалися, причому число їх характеризує стан явища, що вивчається.

Розглянутий приклад укладається в наступну загальнішу схему. Хай всілякими станами системи, що вивчається, є  $w_1, w_2, \dots, w_n, \dots$  у кінцевому або

безконечному числі. У кожен момент часу система може знаходитися в одному з цих станів, і з часом відбуваються випадкові переходи з одного стану в інше. Процес називають марківським, якщо стан системи  $w_i$  в деякий момент часу визначає лише вірогідність  $p_{ij}(t)$  того, що через проміжок часу  $t$  система знаходитиметься в змозі  $w_j$ , причому ця вірогідність не залежить від перебігу процесу в попередній період. Вірогідність  $p_{ij}(t)$  називають перехідною вірогідністю. За дуже широких умов перехідна вірогідність М. п. задовольняє кінцевій або безконечній системі лінійних однорідних звичайних диференціальних рівнянь.

Теорія М. п. виникла на основі досліджень А. А. *Марков*

(старшого), який в роботах 1907 поклав початок вивченню послідовностей залежних випробувань і пов'язаних з ними сум випадкових величин. Це напрям досліджень відомий під назвою теорії ланцюгів Марков. У теорії ланцюгів Марков розглядаються такі системи, які можуть переходити з одного стану в інше лише в сповна певні момент часу  $t_1, t_2, \dots, t_{\infty} \dots$ . Хай  $p_{ij}$  позначає вірогідність того, що система у момент часу  $t_{k+1}$  знаходиться в змозі  $w_j$ , якщо відомо, що у момент часу  $t_{\infty}$  вона знаходилася в змозі  $w_i$ . Дослідження ланцюгів Марков можна звести до вивчення *матриць* перехідної вірогідності. В той же час ряд фізиків і техніків в своїх дослідженнях показали важливість процесів, в яких дана система зазнає випадкові зміни залежно від деякого числа безперервно змінних параметрів (часу, координат і т. п.). Дослідження цього напрямку не мали міцної логічної основи. Загальна теорія М. п. і їх класифікація були дані радянським математиком А. Н. Колмогоровим в 1930. Його дослідження дали логічно бездоганну математичну основу загальної теорії М. п., що охоплює, поряд з процесами описаного вище вигляду, також процеси типу *дифузії*, в яких стан системи характеризується координатою дифундууючої частки, що безперервно змінюється.

В цьому випадку замість перехідної вірогідності природно розглядати відповідну щільність вірогідності  $f(t, x, v)$ . Тоді  $f(t, x, v)$  є вірогідність того, що частка, що знаходилася в точці  $x$ , через проміжок часу  $t$  матиме координату, увязнену між  $v$  і  $v+dv$ . Колмогоров показав (за деяких загальних умов), що щільність  $f(t, x, v)$  задовольняє наступному диференціальному рівнянню з приватними похідними, яке раніше було введено для важливого у фізиці спеціального випадку процесу дифузії німецькими фізиками А. Фоккером і М. Планком. У цьому рівнянні коефіцієнтом  $A(v)$  є середню швидкість зміни координати  $v$ , а коефіцієнт  $B(v)$  — інтенсивність випадкових коливань біля цієї середньої. Вказане рівняння з'явилося джерелом для багатьох досліджень по теорії М. п. в СРСР і за кордоном.

Прикладом марківського процесу може бути відома дитяча гра, у якій фішки учасників повинні переміститися з початкового пункту  $A_0$  ("старт") у кінцевий  $A_k$  ("фініш"). Потрапивши в той або інший проміжний пункт  $A_j$ , фішка може або наблизитися до фінішу (за рахунок "пільги", передбаченої умовами гри), або видалитися від нього (за рахунок "штрафу").

Число кроків, на яке фішка переміщається із займаного нею пункту  $A_i$  у пункт  $A_j$ , визначається числом очків, що випали на кинутій гральній кості. Тому імовірність того, що фішка з пункту  $A_i$  переміститься в  $A_j$ , не залежить від того, яким шляхом фішка виявилася в позиції  $A_i$ , а визначається лише ймовірністю  $P_{ij}$  випадання відповідного числа очків на грані кості. Виникає ситуація, у точності характерна для марковського процесу з кінцевою безліччю станів  $A_0, A_1, \dots, A_i, \dots, A_j, \dots, A_k$  і дискретним часом. Рахунок моментів переходів з одного стану в інше заміняється рахунком числа самих переходів. Позиції  $A_i (i=0, \dots, k)$  асоціюються зі станами системи  $S$  гри. Тоді карту гри з зображеними на ній позиціями й ймовірностями переходів з кожної позиції у наступні можна вважати графом відповідного ланцюга.

Важливу роль у багатьох задачах відіграють так звані марківські випадкові процеси. У таких процесах "майбутнє залежить від минулого тільки через сьогодні". Або інакше: випадковий процес називають марківським, якщо при будь-якому його стані  $S_0$  вірогідні характеристики процесу в наступному залежать тільки від дійсного стану  $S_0$  і не залежать від того, коли і яким чином система прийшла в цей стан.

Уточнимо дане визначення. Розглянемо якусь систему  $S$ , що у будь-який момент часу може знаходитися тільки в одному з  $n$  несумісних станів  $S_1, \dots, S_n$ . Нехай стан системи міняється в залежності від деякого параметра  $t$ , причому перехід зі стану в стан залежить від утручання випадку. Параметр  $t$  можна умовно назвати часом і вважати, що він змінюється або безупинно, або приймає деяку послідовність  $t_1, t_2, \dots, t_n$  значень.

Процес, що описує поведінку такої системи, називають кінцевим ланцюгом Маркова при виконанні наступної умови: якщо в даний момент часу  $q$  система знаходиться в стані  $S_i$ , то в наступний момент  $t > q$  система буде знаходитися в стані  $S_j$  з деякою імовірністю  $P_{ij}(q, t)$ , яка не залежить від поведінки системи до моменту  $q$ .

Таким чином, кінцевий ланцюг Маркова - це випадковий процес, що протікає на кінцевій множині станів деякої системи, для якої ймовірність системи потрапити в той або інший стан залежить тільки від стану, попередньому даному. Імовірності  $P_{ij}(q, t)$  називаються перехідними



ймовірностями. Марковський ланцюг називається однорідним, якщо перехідні ймовірності залежать тільки від різниці  $t-q$ , тобто якщо  $P_{ij}(q,t)=P_{ij}(t-q)$ .

Якщо прийняти  $q=0$  і в процесах з дискретним часом моменти  $t_1, \dots, t_n, \dots$  ототожнити з індексами  $1, 2, \dots, n, \dots$ , то можна спростити позначення:  $P_{ij}(q,tk)=P_{ij}(0,k)=P_{ij}(k)$  і  $P_{ij}(t_1,tk)=P_{ij}(k-1)$ . Зокрема, для будь-яких сусідніх моментів часу  $l$  і  $l+1$  маємо  $P_{ij}(t_l, t_{l+1})=P_{ij}(1)$ . Ці величини і є ймовірності переходу з будь-якого стану  $S_l$  в інше  $S_j$  (включаючи ймовірність  $P_{ij}(1)$  затримки в стані  $S_i$ ) за один крок. Перехідні ймовірності  $P_{ij}(1)=P_{ij}$  утворюють матрицю переходів кінцевого марківського ланцюга:

У кожному  $i$ -ому рядку матриці знаходяться ймовірності переходів з того самого стану  $S_i$  у будь-яке можливе  $S_j$ . Сума перехідних ймовірностей у кожному рядку дорівнює одиниці:

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} = 1 \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

$$(i=1, 2, \dots, n)$$

Широке використання марківські процеси знайшли в теорії масового обслуговування - одного з розділів теорії дослідження операцій.

Марківський алгоритм

це впорядкована група продукцій, які застосовуються згідно пріоритетів до вхідного символічного рядка. Якщо правило з найвищим пріоритетом є непридатним, то використовується наступне правило з нижчим пріоритетом і т.д. Марківський алгоритм завершує свою роботу після виявлення однієї з наступних умов: по-перше, остання продукція не була застосована до вхідного рядка або, по-друге, була застосована продукція, яка закінчується крапкою.

**Марківські алгоритми** можуть також застосовуватися до сегментів символічних рядків, починаючи зліва. Наприклад, продукційна система складається з одного правила:

$$ZA \rightarrow VI$$

Після її застосування, до вхідного рядка «ЗАЛУЧИТИ» утворюється новий рядок «ВИЛУЧИТИ». Оскільки тепер продукція застосовується до вхідного рядка, остаточною результатом стає рядок «ВИЛУЧИТИ».

Марківські алгоритми застосовують спеціальні символи. Зокрема, спеціальний символ

$\wedge$  позначає порожній рядок, що не містить символів. Наступна продукція видаляє всі входження символу  $A$  у вхідному рядку:

$$A \rightarrow \wedge$$

Інші спеціальні символи Марківського алгоритму можуть представляти інші набори символів та позначаються буквами  $a, b, c, \dots, u, z$ . Ці символи є односимвольними змінними і представляють собою важливу частину сучасних мовекспертних систем. Наприклад, наступне правило змінює місцями символи  $A$  та  $B$  рядку, якщо між ними знаходиться будь-який одиничний символ:

$$AxBy \rightarrow BxA$$

В якості спеціальних знаків пунктуації в Марківському алгоритмі використовуються грецькі букви  $\beta, \beta$  і т.д. Грецькі букви застосовуються тому, що їх можна легко відрізнити від звичайних букв алфавіту.

Марківський алгоритм може застосовуватися, як основа експертної системи, але він не є достатньо ефективним способом створення систем із великою кількістю правил.