приводит к уменьшению максимальной длины трещины и времени ее заполнения проппантом. Значительное сокращение моментов достижения предельной длины и времени заполнения связано с непостоянством скорости протекания в грунт жидкости гидроразрыва.

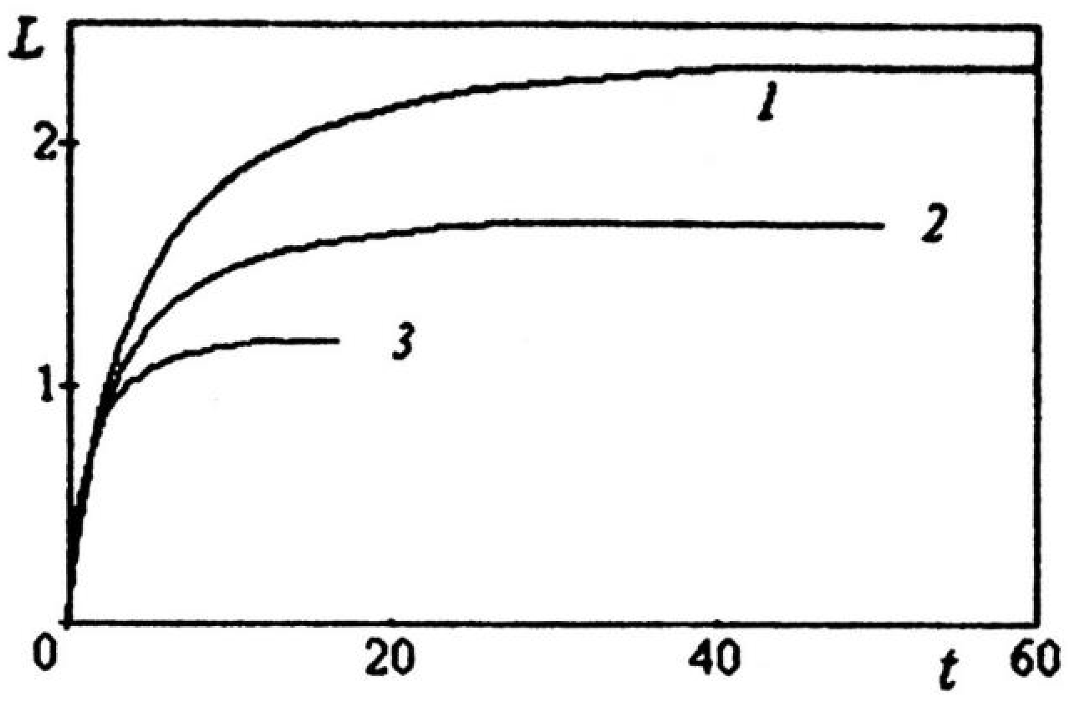

Рис. 3. Зависимость безразмерной длины трещины L от безразмерного времени t; кривые *1, 2, 3* — соответствуют объемному содержанию частиц в смеси $\alpha = 0.05$, 0.1, 0.2; конечные точки кривых *2* и *3* показывают момент заполнения проппантом всей трещины, для кривой 1 он равен ≈ 200

Заключение. В результате численного исследования процесса подачи проппанта в трещину гидроразрыва выявлены следующие особенности. Условие постоянства давления на входе ограничивает рост трещины. Раскрытая трещина целиком заполняется проппантом, начиная с ее носика. Величина объемного содержания частиц в закачиваемой смеси существенно влияет на время заполнения трещины и менее существенно — на ее конечную форму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Perkins, T. K., Kern, L. R. Widths of hydraulic fractures // J. Petrol. Technol., Paper SPE 89. 1961. 13, № 9. 937-949.

2. Nordgren, R. P. Propagation of a vertical hydraulic fracture // SPE Journal. Paper 7834. 1972. 12, № 8. 306-314.

3. Желтов Ю. П., Христианович С. А. О гидравлическом разрыве нефтеносного пласта // Изв. АН СССР, ОТН. 1955. С. 3-41.

4. Татосов А. В. Заполнение проппантом трещины гидроразрыва // Вестник ТюмГУ. 2004. № 4. С. 256-261.

Елена Геннадьевна АЛМАЗОВА —
старший преподаватель
Сургутского государственного университета

Виктория Степановна МИКШИНА —
доцент Сургутского государственного
университета, кандидат технических наук

УДК 519.21(075.8)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

АННОТАЦИЯ. В статье представлены результаты математического моделирования процесса оказания медицинской помощи в амбулаторно-поликлиническом учреждении на основе марковской цепи. В качестве исходных данных использованы экспертные оценки. Показано влияние состояния элементов системы на результативность лечебного процесса.

In the article there are results of mathematical modeling of process of medical aid's rendering in out-patient polyclinic institution on a basis of Markov's line. As the initial data on probabilities of transitions expert estimations are used. The influence of the condition of system's elements on productivity of medical process is shown.

Изучению динамики процесса оказания медицинской помощи посвящено достаточно большое количество работ, отражающих те или иные аспекты этого сложного социально-психологического вида человеческой деятельности. При этом вопрос рассматривается с социальной, физиологической, медицинской и психологической точек зрения [1, 2]. Поэтому каждый вид исследования сопровождается созданием тех или иных формальных математических моделей, основанных на определенных допущениях, отражающих специфику данного исследования.

С точки зрения общей постановки задачи технологический процесс оказания медицинской помощи имеет общие свойства, аналогичные понятию «технологический процесс изготовления продукции». В качестве продукции в данном случае выступает медицинская услуга.

К этим общим свойствам можно отнести:

1. Расчлененность процесса на последовательные действия по преобразованию предмета труда (операции). Каждая операция имеет четко выраженные моменты начала и конца. При этом характерным является наличие множества входных воздействий и конечного множества выходов. Так, например, один из промежуточных этапов может трактоваться, с точки зрения теории систем, в виде структурной схемы этапа технологии обследования или лечения пациента (рис. 1).

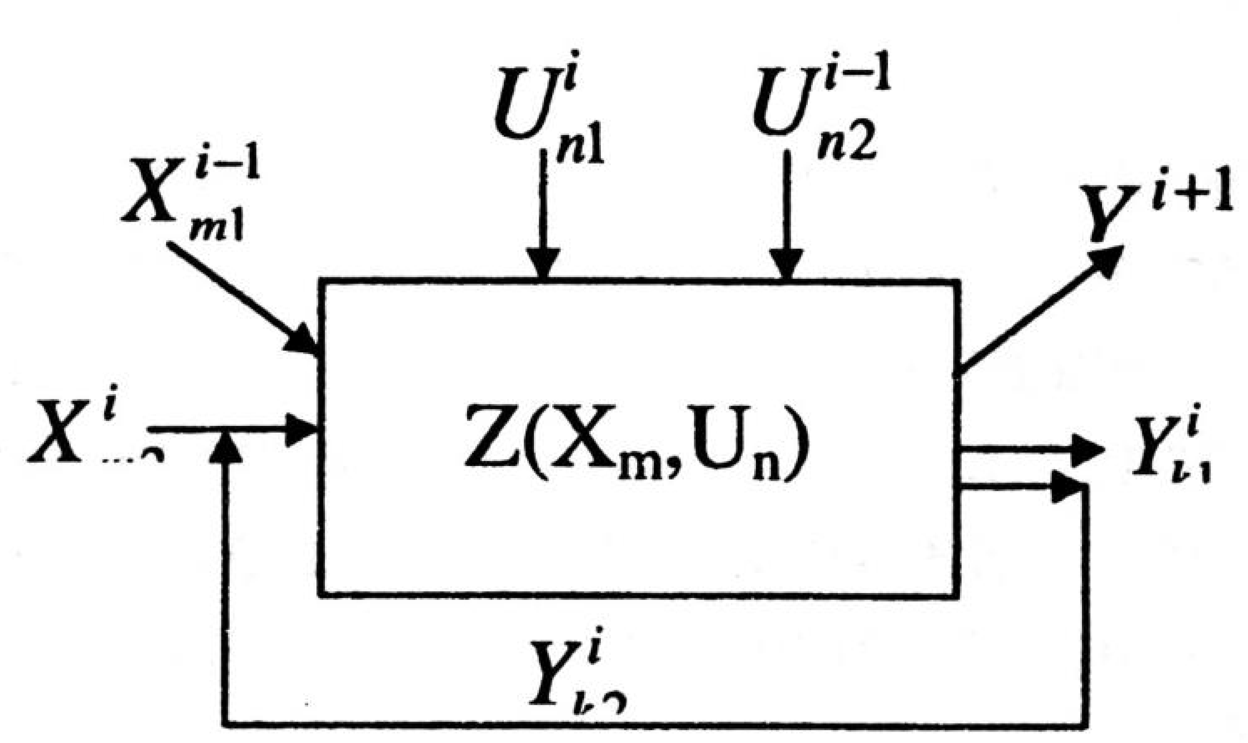

Рис. 1. Структурная схема этапа технологии оказания медицинской помощи

X^{i}_{m2} — множество входных сигналов (информация, полученная на данном этапе); X^{i-1}_{m1} — множество входных сигналов от предшествующего этапа (информация, полученная на предыдущем этапе); U^{i}_{n1} — множество управляющей информации данного этапа; U^{i-1}_{n2} — множество управляющей информации от вышестоящего органа; Y^{i}_{k1} — информация, полученная на выходе на данном этапе; Y^{i}_{k2} — информация, передаваемая по каналу обратной связи; Y^{i}_{k3} — информация, передающаяся вышестоящему органу.

Теоретико-множественная модель одного этапа оказания медицинской помощи может быть представлена в терминах теории множеств следующим образом:

множество входных сигналов представляется декартовым произведением:

$$X^{i}_{m1+m2} = X^{i-1}_{m1} \otimes X^{i}_{m2} \quad (1)$$

множество управляющих сигналов является декартовым произведением:

$$U^{i}_{n1+n2} = U^{i}_{n1} \otimes U^{i-1}_{n2} \quad (2)$$

множество выходных сигналов представляется декартовым произведением:

$$Y^{i}_{k1+k2+k3} = Y^{i}_{k1} \otimes Y^{i}_{k2} \otimes Y^{i+1}_{k3} \quad (3)$$

2. Зависимость результатов между этапами (операциями). Так, результаты каждой предшествующей операции непосредственно или косвенно влияют на результат последующей операции (В. Н. Васильев называет это явление «технологической наследственностью» [3]), или же непосредственно на качество конечного продукта. Это положение можно представить в виде упрощенной схемы технологической наследственности процесса оказания медицинской помощи (рис. 2).

Рис. 2. Схема работы медицинского учреждения как системы оказания медицинской помощи

Таким образом, часть информации используется для работы на последующем уровне, тогда как другая, требуемая медико-экономическим стандартом, является выходной.

3. Относительное отсутствие последствий. Если ввести допущение о вероятностной связи результатов каждого последующего этапа только от предыдущего, тогда весь процесс лечения будет обладать свойством отсутствия последствия и может быть представлен в виде марковской цепи. В этой цепи могут быть состояния «выбытие» или «успешное окончание» (выписка). При наступлении любого из них процесс заканчивается. Следовательно, марковская цепь является поглощающей.

На любом этапе лечения руководство ЛПУ (врач, зав. отделением, главный врач) могут выбирать ту или иную стратегию, влияющую на состояние системы и переходные вероятности. Такая марковская цепь является управляемой. Следовательно, для задач оптимального управления могут быть применены методы стохастического динамического программирования (СДП).

Процесс оказания медицинской помощи можно представить в виде последовательности случайных событий, переводящих объект из одного состояния в другое.

Введем следующие допущения:

1. Процесс перехода от одного этапа получения медицинской помощи к другому происходит скачкообразно;

2. Вероятность перехода в каждое последующее состояние зависит только от предыдущего состояния (отсутствие последействия).

Эти допущения позволяют интерпретировать процесс оказания медицинской помощи как дискретную марковскую цепь. Применение аппарата математического моделирования к описанию процесса оказания медицинской помощи позволит ответить на вопросы: при каких условиях процесс лечения пройдет за меньшее время; при каких условиях процесс выбытия будет означать выздоровление пациента.

С позиций описания процесса работы медицинского учреждения по оказанию медицинской помощи в виде цепи Маркова можно выделить следующие возможные состояния пациента:

S_1 — обращение в регистратуру

S_2 — при отсутствии полиса, флюорографии — обращение в соответствующие службы

S_3 — первичный прием у врача

S_4 — направление для сдачи анализов

S_5 — планирование лечения

S_6 — проведение лечения

S_7 — оценка результатов

S_8 — выбытие пациента

Состояние S_8 является поглощающим, так как из этого состояния система не имеет ни одного выхода.

Граф состояний системы и условные вероятности перехода из состояния S_i в состояние S_j, полученные на основании оценок эксперта, представлены на рис. 2.

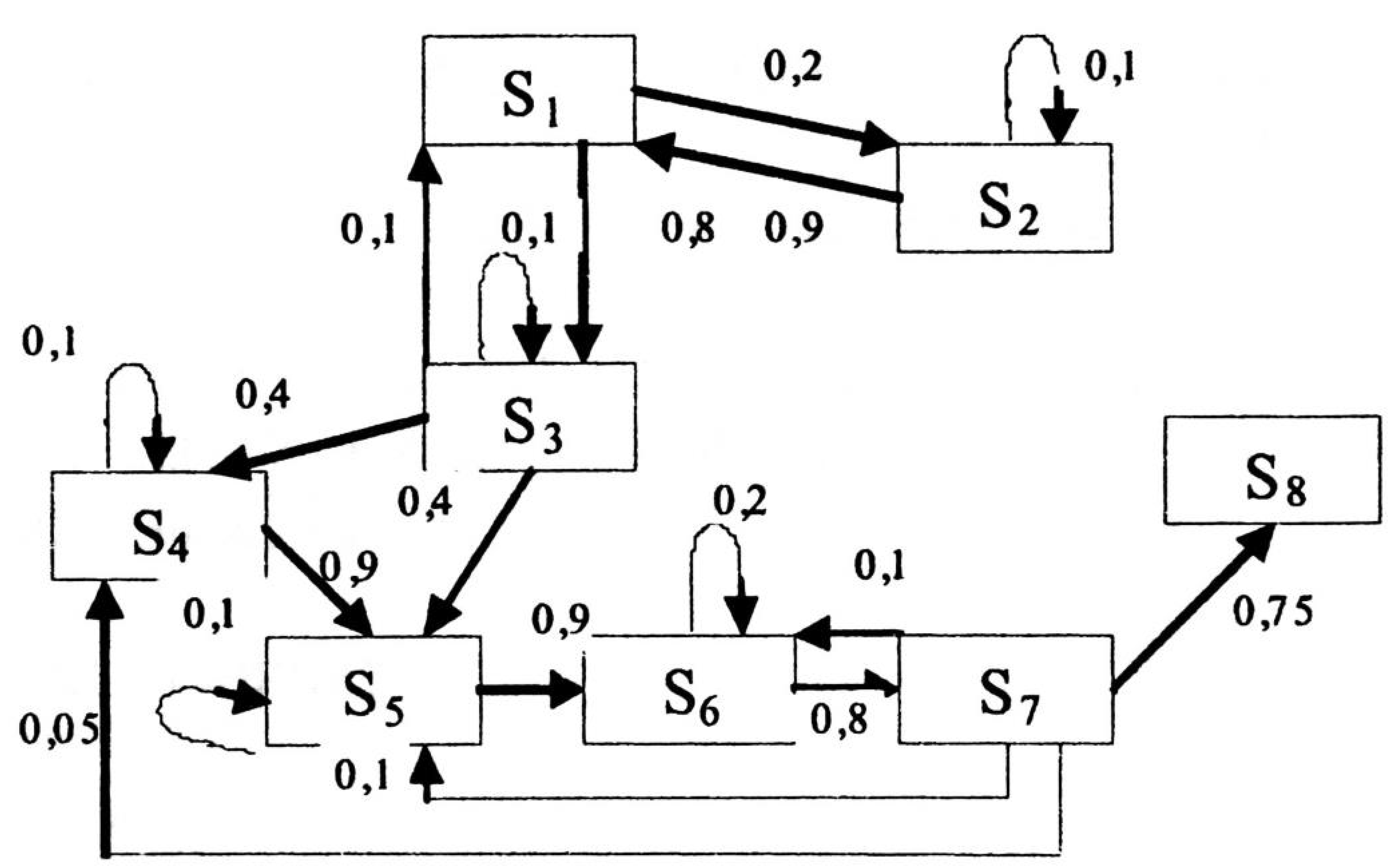

Рис. 2. Структура множества состояний пациента в процессе оказания медицинской помощи

В некоторых состояниях, таких как S_2 — обращение в страховую организацию за страховым полисом, S_3 — первичный прием у врача, S_4 — сдача анализов, S_5 — планирование лечения, S_6 — проведение лечения, система может «задерживаться». Факт «задержки» также фиксируется значением условной вероятности. Обозначим $S(t)$ состояние системы S в момент времени t. Вероятность i-ого состояния обозначим $p_i(t)$. Очевидно, что для системы с дискретными состояниями в любой момент времени $\sum_i p_i(t) = 1$.

Основной задачей исследования марковской цепи является нахождение безусловных вероятностей системы $p_i(k)$ на любом k-м шаге и определение того, за сколько шагов система достигнет своего заключительного поглощающего состояния. Для нахождения безусловных вероятностей системы $p_i(k)$ на любом k-м шаге необходимо знать условные вероятности $p_{ij}(k)$ перехода системы S на

k-м шаге в состояние S_j, если известно, что на предыдущем шаге она была в состоянии S_i. Вероятность $p_{ij}(k)$ при $(i=j)$ — это вероятность того, что система «задержится» в состоянии S_j [4]. В предложенной системе существуют невозможные переходы $S_{41}, S_{14}, S_{23}, S_{32}, S_{24}, S_{42}, S_{25}, S_{52}$ и т. д. Условные вероятности таких переходов равны 0. С учетом невозможных переходов матрица переходных вероятностей имеет вид:

$$\left|p_{ij}\right| = \begin{array}{c|cccccccc|} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & S_5 & S_6 & S_7 & S_8 \\ S_1 & 0 & p_{12} & p_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_2 & p_{21} & p_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_3 & p_{31} & 0 & p_{33} & p_{34} & p_{35} & 0 & 0 & 0 \\ S_4 & 0. & 0 & 0 & p_{44} & p_{45} & 0 & 0 & 0 \\ S_5 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{55} & p_{56} & 0 & 0 \\ S_6 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{66} & p_{67} & 0 \\ S_7 & 0 & 0 & 0 & p_{74} & p_{75} & p_{76} & 0 & p_{78} \\ S_8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & p_{88} \end{array}$$

Состояние S_8 является поглощающим, следовательно, $p_{81} = p_{82} = p_{83} = p_{84} = p_{85} = p_{86} = p_{87} = 0$, $p_{88} = 1$.

Остальные условные вероятности перехода системы из одного состояния в другое оценены экспертами следующим образом:

$p_{12} = 0{,}2$ (вероятность отсутствия полиса ОМС); $p_{13} = 0{,}8$ (вероятность попадания на первичный прием при наличии полиса ОМС); $p_{21} = 0{,}9$ (повторное обращение в регистратуру с полисом ОМС); $p_{22} = 0{,}1$ (задержка для получения полиса ОМС);

$p_{31} = 0{,}1$ (возможна вероятность возврата с первичного приема в регистратуру);

$p_{33} = 0{,}1$ (далее первичного приема не пошел);

$p_{34} = 0{,}4$; $p_{35} = 0{,}4$;

$p_{44} = 0{,}1$ (на этапе сдачи анализов пациент остановился);

$p_{45} = 0{,}9$; $p_{56} = 0{,}9$;

$p_{55} = 0{,}1$ (после планирования лечения не произошел переход к этапу проведения лечения);

$p_{67} = 0{,}8$;

$p_{66} = 0{,}2$ (после проведения лечения оценка результатов не произведена (т. е. пациент не пришел на прием));

$p_{76} = 0{,}1$; $p_{75} = 0{,}1$; $p_{74} = 0{,}05$; $p_{78} = 0{,}75$.

Используя предложенные экспертами оценки (рис. 2) составим матрицу переходных состояний (таблица 1).

Для подсчета распределения вероятностей системы на k-м шаге применим предложенную в [2] формулу:

$$p_j(k) = \sum_{i=1}^{n} p_i(k-1)p_{ij} \quad (k = 1,2....; j = 1,2,...n). \qquad (1)$$

Матрица переходных вероятностей

Таблица 1

состояния	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
S1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
S2	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0
S3	0,1	0	0,1	0,4	0,4	0	0	0
S4	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0
S5	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0
S6	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0
S7	0	0	0	0,05	0,1	0,1	0	0,75
S8	0	0	0	0	0	0	0	1

Распределение вероятностей на k шаге по состояниям

Таблица 2

шаг (k)	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
2	0,26	0,02	0,08	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00
3	0,03	0,05	0,22	0,06	0,35	0,29	0,00	0,00
4	0,07	0,01	0,04	0,09	0,18	0,37	0,23	0,00
5	0,01	0,02	0,06	0,04	0,14	0,26	0,30	0,17
6	0,02	0,06	0,05	0,15	0,26	0,29	0,16	0,17
7	0,06	0,01	0,02	0,04	0,20	0,31	0,23	0,29
8	0,01	0,01	0,05	0,02	0,09	0,26	0,25	0,46
9	0,02	0,00	0,01	0,03	0,07	0,16	0,21	0,65
10	0,00	0,00	0,01	0,02	0,06	0,12	0,13	0,81
11	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,09	0,10	0,90
12	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,07	0,08	0,97

В табл. 2 представлено распределение вероятностей перехода системы в результате 12 шагов. На двенадцатом шаге система с вероятностью 0,97 достигает поглощающего состояния.

Моделирование процесса с помощью марковской цепи позволяет проводить численный эксперимент для оценки влияния различных состояний системы на конечный результат.

Эксперимент № 1.

Если в процессе осмотра состояние больного удовлетворительное и вероятность назначения анализов мала ($p_{34} = 0{,}1$; $p_{35} = 0{,}8$) (табл. 3), то достижение поглощающего состояния с вероятностью 0,93 наступает на 9 шаге (табл. 4).

Матрица переходных вероятностей

Таблица 3

состояния	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
S1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
S2	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0
S3	0,1	0	0,1	0,1	0,8	0	0	0
S4	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0
S5	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0
S6	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0
S7	0	0	0	0,05	0,1	0,1	0	0,8
S8	0	0	0	0	0	0	0	1

Распределение вероятностей на k шаге по состояниям

Таблица 4

шаг (k)	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
2	0,26	0,02	0,08	0,08	0,64	0,00	0,00	0,00
3	0,03	0,05	0,22	0,02	0,20	0,58	0,00	0,00
4	0,07	0,01	0,04	0,02	0,21	0,30	0,46	0,00
5	0,01	0,02	0,06	0,03	0,12	0,29	0,24	0,35
6	0,02	0,06	0,04	0,14	0,29	0,25	0,31	0,35
7	0,06	0,01	0,02	0,03	0,22	0,34	0,20	0,58
8	0,01	0,01	0,05	0,02	0,09	0,28	0,27	0,73
9	0,02	0,00	0,01	0,02	0,09	0,16	0,23	0,93

Эксперимент № 2.

Если врач ошибся, не назначив определенные виды анализов, не провел обследования в полном объеме и лечение не принесло результатов, $p_{74} = 0{,}3$; $p_{75} = 0{,}4$ $p_{76} = 0{,}1$; $p_{78} = 0{,}2$ (табл. 5), то на 12 шаге вероятность достижения поглощающего состояния равна всего 0,36 (табл. 6).

Матрица переходных вероятностей

Таблица 5

состояния	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
S1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
S2	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0
S3	0,1	0	0,1	0,1	0,8	0	0	0
S4	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0
S5	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0
S6	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0
S7	0	0	0	0,3	0,4	0,1	0	0,2
S8	0	0	0	0	0	0	0	1

Распределение вероятностей на k шаге по состояниям

Таблица 6

шаг (k)	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
2	0,26	0,02	0,08	0,08	0,64	0,00	0,00	0,00
3	0,03	0,05	0,22	0,02	0,20	0,58	0,00	0,00
4	0,07	0,01	0,04	0,02	0,21	0,30	0,46	0,00
5	0,01	0,02	0,06	0,14	0,26	0,29	0,24	0,09
6	0,02	0,07	0,16	0,26	0,29	0,22	0,08	0,09
7	0,08	0,01	0,03	0,07	0,42	0,31	0,18	0,11
8	0,01	0,02	0,07	0,06	0,20	0,46	0,25	0,14
9	0,02	0,00	0,02	0,09	0,23	0,30	0,37	0,19
10	0,01	0,00	0,02	0,12	0,26	0,30	0,24	0,27
11	0,01	0,00	0,01	0,08	0,24	0,32	0,24	0,31
12	0,00	0,00	0,01	0,08	0,20	0,31	0,26	0,36

В этом случае достижение поглощающего состояния с вероятностью 0,89 происходит на 31 шаге.

Эксперимент № 3.

Пациент не довел процесс лечения до конца, остановившись на этапе проведения лечения, о чем свидетельствуют вероятности $p_{67} = 0$; $p_{68} = 0$, а вероятность остановки в процессе лечения $p_{66} = 1$ (табл. 7). Тогда поглощающее состояние не достигается вообще (табл. 8).

Матрица переходных вероятностей Таблица 7

состояния	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
S1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
S2	0,9	0,1	0	0	0	0	0	0
S3	0,1	0	0,1	0,4	0,4	0	0	0
S4	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0
S5	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0
S6	0	0	0	0	0	1	0	0
S7	0	0	0	0	0	0	0	0
S8	0	0	0	0	0	0	0	0

Распределение вероятностей на k шаге по состояниям Таблица 8

шаг (k)	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0
2	0,3	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,4	0,3	0,0	0,0
4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,6	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,8	0,0	0,0
6	0,0	0,1	0,0	0,2	0,7	0,0	0,0	0,0
7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,8	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0

Эксперимент № 4.

Система находится в идеальном состоянии, т.е. вероятность перехода из регистратуры на первичный прием равна 0,9 (табл. 9). С первичного приема пациент попадает сразу или на сдачу анализов $p_{34} = 0{,}5$ или на планирование лечения $p_{35} = 0{,}5$. Так как лечение проведено успешно, то вероятность перехода от оценки результата к выписке пациента составляет $p_{78} = 0{,}8$. Поглощающего состояния система достигает за 8 шагов (табл. 10).

Матрица переходных вероятностей Таблица 9

состояния	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
S1	0	0,1	0,9	0	0	0	0	0
S2	1	0	0	0	0	0	0	0
S3	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0
S4	0	0	0	0	1	0	0	0
S5	0	0	0	0	0	1	0	0
S6	0	0	0	0	0	0	1	0
S7	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0,8
S8	0	0	0	0	0	0	0	1

Распределение вероятностей на k шаге по состояниям Таблица 10

шаг (k)	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8
0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0,1	0,9	0	0	0	0	0
2	0,10	0,00	0,00	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,01	0,09	0,00	0,45	0,45	0,00	0,00
4	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,45	0,45	0,00
5	0,00	0,00	0,01	0,00	0,09	0,09	0,45	0,36
6	0,00	0,01	0,00	0,09	0,09	0,45	0,36	0,36
7	0,01	0,00	0,00	0,00	0,13	0,13	0,45	0,65

Таким образом, результативность лечения зависит от поведения системы на каждом шаге. Чем меньше система задерживается во вспомогательных промежуточных состояниях, тем быстрее она достигает поглощающего состояния. Задача управления проведением лечения заключается в обеспечении пациента и врача всем необходимым инструментарием. Для пациента таким инструментом является наличие желания как можно быстрее выздороветь, а также наличие полиса обязательного медицинского страхования или наличие денежных средств для оплаты медицинских услуг. Для врача инструментом является высококачественная профессиональная подготовка, а также наличие надежной современной аппаратуры для обследования пациента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филимонов А. А., Чернова Т. В., Блохин А. Б., Ползик Е. В., Колетова М. В. Анализ медицинской и экономической эффективности работы лечебно-профилактических учреждений областного центра // Экономика здравоохранения. 2002. № 5-6. С. 13-17.

2. Шиган Е. Н. Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях. М., 1986. 207 с.

3. Васильев В. Н. Модели управления вузом на основе информационных технологий / Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. 164 с.

4. Вентцель Е. С., Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: Учеб. пособие для студ. втузов / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский центр «Академия», 2003. 432 с.

Анатолий Леонидович ГАЛКИН —
преподаватель кафедры
математических методов в экономике
Института экономики и управления
Удмуртского государственного университета

УДК 514.122

О ФРЕЙМОВОМ АНАЛИЗЕ СТРУКТУРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

АННОТАЦИЯ. Описана методика выполнения фреймового анализа информационных структур различных видов деятельности. Оценка измеренной структурной сложности произведена в логонах.

The methods of the performing the frame-based analysis of the information structures of different type to activity are described. The estimation measured structured difficulty is made in logons.

Ряд задач экономики требует анализа сложности используемых в них информационных структур (ИС). Инструментом такого анализа является информационный фрейм (ИФ). Понятие фрейма было введено в научное пользование М. Минским для представления знаний [2]. Для обеспечения возможности адекватного использования фрейма при решении наших задач мы уточняем это понятие — как информационный фрейм (ИФ). Целью наших исследований является оценка сложности структуры деятельности, измеренной в метрòнах и логонах [3].

Под деятельностью мы будем понимать последовательное выполнение определенных действий, направленных на достижение какой-нибудь цели. Если каждое действие выполняется однократно, то деятельность называется *последовательной*. Вся совокупность действий рассматривается как некоторая ситуация $S_{пд}$, для которой строится информационная структура (ИС) $IS_{пд}$.

Рассмотрим фрагмент последовательной деятельности. Поставим во взаимно однозначное соответствие каждому действию оператор или логическое условие и составим алгоритмическое предписание деятельности:

оператор А: выполнение i-го действия;

логическое условие p: выполнение i+1-го действия, проверки условия t:

$$p = \begin{cases} 1, \text{если условие выполняется;} \\ 0 \text{ — в противном случае} \end{cases};$$

оператор В: выполнение i+2-го действия при p = 1;

оператор С: выполнение i+2-го действия при p = 0.

В данном фрагменте оператор А соответствует *начальному* действию деятельности, а операторы В или С — *конечному*, и определяют ее результат. Остальные действия называются *промежуточными*. Операция *sled* есть выполнение следующего действия в процессе деятельности. На языке Ляпунова-Шестопал данное алгоритмическое предписание запишется так: $Ap\uparrow^1 B.\downarrow^1 C$.