

ОЦЕНКА ДИСПАНСЕРНОЙ РАБОТЫ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОВ МАРКОВА

Статья посвящена вопросам оценки диспансерной работы на основе методов математического моделирования. Авторами предлагается модель взаимодействия человека с системой здравоохранения описывается цепью из 6 выделенных состояний, одно из которых является поглощающим. Особенностью модели является наделение каждого из шести состояний определенными оценками. Модель позволяет обнаружить медицинские особенности диспансерной работы, которые невозможно явно наблюдать на практике вследствие наложения на результаты работы с пациентом многих факторов, а также позволяет описать характеристики процесса диспансеризации с достаточно высокой точностью.

В настоящее время вопросы повышения эффективности работы здравоохранения стали одними из главных вопросов развития здравоохранения на современном этапе. Указанной проблеме была посвящена коллегия Минздрава (март, 2004 г.). Среди причин, определивших важность повышения эффективности работы здравоохранения, можно отметить недостаточно четкое определение стратегических и тактических целей управления на всех уровнях системы, неэффективное использование выделяемых ресурсов, и в первую очередь финансовых, низкую культуру управления, выражающуюся в неосознанном использовании многими руководителями имеющихся закономерностей менеджмента. К сожалению, во многих случаях повышение эффективности работы здравоохранения сводится к упрощенному пониманию – к задаче сокращения коечного фонда круглосуточных стационаров.

Задача повышения структурной эффективности здравоохранения требует всесторонней оценки всех процессов, протекающих в здравоохранении, с использованием современных экономико-математических методов, современных информационных технологий. С введением ОМС появились новые информационные объекты, такие, например, как счета-фактуры о пролеченных больных, использование которых дает возможность формулировать и оценивать управленческие решения по критерию «эффект / затраты».

Значительное место в решении задачи повышения структурной эффективности здравоохранения принадлежит организации эффективной диспансерной работы. Можно выделить два уровня управления диспансер-

ной работой и формулировать управленческие задачи по критерию «эффект / затраты». Первый уровень управления – это уровень ЛПУ. На данном уровне с помощью экономико-математических методов, таких, как методы многомерного анализа (факторный, кластерный, дискриминантный, регрессионный анализ), методы теории массового обслуживания, методы сетевого планирования, можно обосновывать схемы диспансерной работы, учитывающие наследственные, клинические, социально-экономические особенности каждого человека, которые дадут клинико-экономический эффект. Второй уровень управления диспансерной работой реализуется на уровне системы здравоохранения региона, где на основе общих клинико-экономических характеристик работы ЛПУ с лицами, отнесенными к диспансерным группам, вырабатываются механизмы финансового взаимодействия ЛПУ с диспансерными больными в рамках правил обязательного медицинского страхования, которые давали бы оптимальный показатель по критерию «эффект / затраты». На данном уровне управления используются методы многомерного анализа, теория массового обслуживания, теория марковских процессов.

Особое место среди перечисленных методов занимают цепи Маркова с конечным числом состояний (Валтер Я.; Бартоломью Д.). Цепи Маркова есть частный случай марковских процессов. Цепь Маркова – это зафиксированная последовательность состояний, в которых находился анализируемый объект в течение анализируемого промежутка времени. Основными понятиями Марковских цепей являются понятия: состояние S_i , в

котором находится исследуемый объект, матрица вероятностей перехода $P_{ij} = |p_{ij}|$ объекта из одного состояния S_i в другое состояние S_j и вектор начального распределения вероятностей $p(0) = \{p_{i0}\}$ нахождения объекта в одном из выделенных состояний S_i в начальный момент времени.

Важное положительное качество процесса Маркова состоит в том, что он не требует наложения на исследуемое явление многих условий, таких, как измерение свойств объекта в количественных шкалах, нормальности распределения полученных данных, которые на практике не всегда выполняются. Для того чтобы исследуемое явление могло быть описано как процесс Маркова, необходимо лишь, чтобы изменения объекта во времени и пространстве были достаточно четко определены в терминах «состояние», «переход объекта из одного состояния в другое», а сама последовательность событий представляла процесс Маркова с простой связью (Валтер Я.). В терминах цепей Маркова, человек, взаимодействующий с системой здравоохранения, называется объектом, поэтому далее будем говорить, что объект, взаимодействуя с системой здравоохранения, последовательно переходит из одного состояния в другое.

Взаимодействие человека с системой здравоохранения региона с целью оказания медицинской помощи можно представить как последовательный переход человека из одного состояния в некоторое другое состояние. Для оценки диспансерной работы все взаимодействия жителя с системой здравоохранения можно представить как переходы объекта среди 6 выделенных состояний:

S_1 – состояние, при котором житель находится в состоянии «здоров», т. е. не находится ни в одном из ниже описанных состояний;

S_2 – состояние, при котором житель обращается в амбулаторно-поликлиническое учреждение с целью диагностики или лечения;

S_3 – состояние, когда житель госпитализирован в круглосуточный стационар с целью диагностики или лечения;

S_4 – состояние, при котором с жителем проводятся мероприятия диспансеризации;

S_5 – состояние, при котором житель обращается в амбулаторно-поликлиническое учреждение с другими целями (медико-социальная, консультативная, профосмотр и др.).

S_6 – состояние, при котором происходит констатация смерти.

Таким образом, в терминах марковских цепей взаимодействие жителя с системой здравоохранения состоит в том, что житель, находящийся в основном состоянии S_1 , через некоторое время обращается в ЛПУ и попадает в одно из состояний $S_1 - S_5$. После обслуживания объект переходит либо в состояние S_1 , либо в состояние S_6 . При этом, находясь в ЛПУ, объект может переходить между состояниями $S_2 - S_4$.

Основная информация о взаимодействии жителя с ЛПУ содержится в матрице вероятностей перехода P_{ij} объекта из одного состояния S_i в другое состояние S_j , которая имеет вид:

$$P_{ij} = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & p_{14} & p_{15} & p_{16} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & p_{24} & p_{25} & p_{26} \\ p_{31} & p_{32} & p_{33} & p_{34} & p_{35} & p_{36} \\ p_{41} & p_{42} & p_{43} & p_{44} & p_{45} & p_{46} \\ p_{51} & p_{52} & p_{53} & p_{54} & p_{55} & p_{56} \\ p_{61} & p_{62} & p_{63} & p_{64} & p_{65} & p_{66} \end{pmatrix}$$

Для полного знания поведения объекта, взаимодействующего с системой, необходимо также знать вектор начального $p_0 \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$ распределения вероятностей нахождения объектов в первоначальный момент времени. Следует отметить, что способ построения матрицы вероятностей перехода P_{ij} и вектора p_0 остается совершенно одинаковым, если рассматривать взаимодействие жителя не с ЛПУ, а с системой здравоохранения в целом. Поэтому далее рассматривается взаимодействие жителя с системой здравоохранения региона. Для того чтобы получить матрицу P_{ij} , необходимо предварительно получить матрицу частот переходов N_{ij} всех зафиксированных пациентов, обратившихся в ЛПУ за медицинской помощью. Для получения матрицы N_{ij} была проанализирована электронная версия счетов-фактур всех обращений жителей г. Оренбурга в ЛПУ в течение 2000 года. Из всего множества лиц

были выбраны все записи (15 944 человека), характеризующие обращения лиц трудоспособного возраста с целью диспансеризации.

Каждый элемент n_{ij} матрицы частот переходов N_{ij} показывает количество обращений в состояние j всех анализируемых объектов в течение всего анализируемого промежутка времени, при условии, что до этого объекты находились в состоянии i . Вероятность перехода объекта в состояние j при условии, что до этого объект находился в состоянии i , равна значению n_{ij} , деленному на n_{i*} – сумму всех значений n_{ij} по строке i , т. е.

$$P_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{i*}},$$

где $n_{i*} = \sum n_{ij}$

Значения P_{ij} в полученной матрице P_{ij} характеризуют вероятности перехода жителей среди выделенных состояний.

Поскольку в счетах, выставляемых ЛПУ для оплаты обращения жителя, в системе ОМС имеются показатели: количество посещений, количество дней лечения, сумма средств ОМС, – в системе ОМС за жителя, обратившегося в ЛПУ, то процесс перехода объекта по описанным выше состояниям есть марковская цепь с оценками (Валтер). В качестве оценок перехода выступают три параметра: количество посещений, количество дней лечения и сумма средств ОМС. Таким образом, при анализе всех обращений жителей в ЛПУ, наряду с получаемой матрицей вероятностей перехода P_{ij} дополнительно находятся три матрицы: матрица K_{ij} – матрица среднего количества посещений объектом, находящимся в состоянии S_i , при условии, что следующее состояние будет S_j , матрица T_{ij} – матрица средней длительности пребывания в состоянии S_i , при условии, что следующим состоянием объекта будет состояние S_j . Третья матрица C_{ij} содержит значения средней стоимости пребывания объекта в состоянии S_i , при условии, что следующим переходом будет переход в состояние S_j .

Следует отметить, что среди всех выделенных состояний одно состояние (состояние S_4) имеет принципиальное отличие от остальных состояний. Отличие состоит в том, что переход в состояние S_4 происходит по инициативе ЛПУ. Таким образом, можно считать, что лишь состояние S_4 является управляемым состоянием.

Целью данной работы является выявление закономерностей организации диспансерной работы с использованием марковских процессов для получения оптимального управленческого решения по критерию «затраты / эффект» при организации диспансерной работы. В качестве «затрат» могут выступать среднее число посещений в год с диспансерной целью или сумма средств ОМС, затраченных на проведение диспансерной работы с одним человеком. В качестве «эффекта» выступают две величины:

1) сумма общих затрат на оказание медицинской помощи в год одному человеку из группы лиц, с которыми проводилась диспансерная работа;

2) величина общих потерь экономики региона, связанных с заболеваемостью работников, с которым проводилась диспансерная работа (Екимов А.К.).

Под экономически эффективной диспансерной работой будем считать работу с диспансерными больными, при которой число посещений с диспансерной целью, общее время и общие затраты на медицинское обслуживание жителя не более некоторых пороговых величин. В качестве пороговой величины числа посещений с диспансерной целью выбрать 7, а в качестве пороговой суммы взять 2200 рублей – подушевой норматив на неработающее население, утвержденный Правилами ОМС в Оренбургской области.

Ограничения на третий параметр – общее время, затраченное на медицинское обслуживание диспансерного больного в год, – не устанавливались. По указанным критериям из всех лиц, с которыми проводилась диспансерная работа, были выделены три подгруппы. Первая подгруппа лиц численностью 972 человека характеризовалась относительно хорошими показателями диспансеризации: среднегодовые затраты на медицинское обслуживание составили 406,51 рубля, среднее число посещений с диспансерной целью в течение года – 9,4 посещения. Вторая подгруппа, численность которой была 1011 человек, была сформирована из лиц, для кото-

рых результаты диспансерной работы были экономически неэффективными. Основное, что характеризовало лиц второй подгруппы, – низкое число посещений с диспансерной целью (2,2 посещения), а также то, что годовые затраты на медицинское обслуживание составили 3940,82 рубля. Поскольку в целом по всей группе лиц (15 944 человек), с которыми проводилась диспансерная работа, среднегодовые затраты на медицинское обслуживание составили 541,42 рубля на человека в год и среднее число посещений с диспансерной целью составило 2,5 посещения на одного человека в год, то условно вся группа лиц, с которыми проводилась диспансерная работа, рассматривалась как подгруппа со средними результатами диспансеризации.

Для каждой из сформированных подгрупп ниже находились матрицы N_{ij} , K_{ij} , T_{ij} и C_{ij} , а также вектор вероятностей распределения анализируемых объектов между выделенными состояниями в начальный момент времени. На основе значений частот переходов n_{ij} матрицы N_{ij} для каждой подгруппы находилась матрица P_{ij} и вектор p_0 . Количественные характеристики матриц N_{ij} , K_{ij} , T_{ij} и C_{ij} , описывающих три выделенные подгруппы, представлены в таблицах 1-12.

Вектор распределения вероятностей объектов в начальный момент анализа имеет вид

$$P_0 = \{0,959877; 0,021605; 0,005144; 0,011317; 0,002058; 0,000000\}.$$

Из таблицы 1 видно, что в состояние S_4 (обращение с целью диспансеризации) более всего поступают, находясь в состоянии S_1 ($p_{14} = 0,389974$) и S_4 ($p_{44} = 0,123077$).

Вектор распределения вероятностей объектов в начальный момент анализа имеет вид

$$P_0 = \{0,959797; 0,021764; 0,010850; 0,002697; 0,004892; 0,000000\}.$$

Вектор распределения вероятностей объектов в начальный момент анализа имеет вид

$$P_0 = \{0,864491; 0,037587; 0,088032; 0,000989; 0,008902; 0,000000\}.$$

Матрицы вероятностей переходов P_{ij} и матрицы оценок K_{ij} , T_{ij} , C_{ij} содержат очень много информации о взаимодействии дис-

пансерных больных с системой здравоохранения региона. Из всех анализируемых состояний наиболее важными являются состояния S_1 , когда человек является здоровым и работает в случае, если он является работающим гражданином, состояние S_3 (пациент госпитализирован), как наиболее затратное для здравоохранения состояние, и состояние S_4 , как единственное состояние, которое является управляемым состоянием. Сравнивая соответствующие значения матриц, можно сделать следующие выводы.

1. Чем лучше экономические результаты диспансеризации данной группы, тем больше вероятность перехода в состояние S_4 для соответствующего значения вероятности p_{14} . Например, для группы с плохими показателями диспансеризации ненулевые значения вероятности p_{14} колеблются от $p_{34} = 0,009828$ до $p_{13} = 0,211482$, в то время как группы с хорошими показателями диспансеризации ненулевые значения вероятности p_{14} колеблются от $p_{34} = 0,044369$ до $p_{14} = 0,389974$.

2. Чем лучше экономические результаты диспансеризации данной группы, тем меньше вероятность перехода в состояние S_3 для соответствующего значения вероятности p_{13} . Например, для группы с хорошими показателями диспансеризации ненулевые значения вероятности p_{13} колеблются от $p_{53} = 0,017334$ до $p_{13} = 0,027441$, в то время как группы с плохими показателями диспансеризации ненулевые значения вероятности p_{13} колеблются от $p_{33} = 0,024570$ до $p_{13} = 0,149531$.

3. С ростом числа посещений с диспансерной целью (значения k_{4j}) в целом снижаются как затраты на госпитализацию пациента (значения c_{3j}), так и длительность пребывания пациента в состоянии S_3 (значения t_{3j}). Для группы с плохими результатами диспансеризации имеем, что пациент до перехода в другое состояние имеет число посещений с диспансерной целью от $k_{45} = 1,19 \pm 0,05$ до $k_{44} = 1,31 \pm 0,08$. При этом средние затраты на госпитализацию равны $c_3 = 1915,2 \pm 207,4$. Средняя длительность пребывания в состоянии S_3 пациента данной группы составляет $t_3 = 20,15 \pm 1,7$. Для группы с хорошими результатами диспансеризации имеем, что пациент до перехода в другое состояние

Таблица 1. Матрица вероятностей переходов P_{ij} объектов среди выделенных состояний S_1-S_6 для подгруппы с хорошими показателями диспансеризации

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$P_{ij} =$	0,170976	0,153914	0,027441	0,389974	0,257696	0,000000	S_1
	0,667643	0,085652	0,017570	0,117130	0,112006	0,000000	S_2
	0,784983	0,044369	0,030717	0,044369	0,095563	0,000000	S_3
	0,690970	0,057191	0,019064	0,123077	0,109699	0,000000	S_4
	0,637227	0,064796	0,017334	0,101940	0,178704	0,000000	S_5
	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	S_6

Таблица 2. Матрица числа посещений ЛПУ K_{ij} объектом, находящимся в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (подгруппа с хорошими показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$K_{ij} =$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_1
	$3,73 \pm 0,12$	$3,21 \pm 0,34$	$7 \pm 1,4$	$4,16 \pm 0,36$	$4,14 \pm 0,35$	0 ± 0	S_2
	$0,04 \pm 0,01$	$0,08 \pm 0,08$	$0,44 \pm 0,18$	$0,15 \pm 0,1$	$0,04 \pm 0,04$	0 ± 0	S_3
	$2,99 \pm 0,07$	$3,58 \pm 0,28$	$2,56 \pm 0,41$	$2,45 \pm 0,14$	$3,17 \pm 0,18$	0 ± 0	S_4
	$2,22 \pm 0,07$	$2,23 \pm 0,17$	$2 \pm 0,27$	$1,81 \pm 0,12$	$2,14 \pm 0,11$	0 ± 0	S_5
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_6

Таблица 3. Матрица средней длительности T_{ij} пребывания объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (подгруппа с хорошими показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$T_{ij} =$	$80,49 \pm 1,7$	$45,15 \pm 1,56$	$42,89 \pm 3,59$	$60,1 \pm 1,36$	$47,38 \pm 1,28$	0 ± 0	
	$7,86 \pm 0,21$	$6,33 \pm 0,6$	$10,08 \pm 1,57$	$8,03 \pm 0,52$	$8,08 \pm 0,59$	0 ± 0	
	$11,63 \pm 0,52$	$6,92 \pm 1,71$	$2,33 \pm 0,87$	$5,38 \pm 1,22$	$12,89 \pm 1,26$	0 ± 0	
	$4,9 \pm 0,12$	$5,23 \pm 0,42$	$3,7 \pm 0,65$	$3,47 \pm 0,21$	$5,57 \pm 0,36$	0 ± 0	
	$2,73 \pm 0,09$	$3,15 \pm 0,33$	$3,36 \pm 0,69$	$2,19 \pm 0,18$	$2,81 \pm 0,18$	0 ± 0	
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	

Таблица 4. Матрица средних затрат C_{ij} в системе ОМС за обслуживание объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (подгруппа с хорошими показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$C_{ij} =$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	
	$37,79 \pm 3,15$	$44,97 \pm 11,31$	$42,88 \pm 8,55$	$63,3 \pm 11,84$	$63,69 \pm 10,75$	0 ± 0	
	$798,67 \pm 28,26$	$534,69 \pm 108,9$	$131,44 \pm 77,73$	$444,7 \pm 121,34$	$885,79 \pm 79,43$	0 ± 0	
	$21,83 \pm 1,07$	$28,32 \pm 5,04$	$15,44 \pm 2,41$	$19,51 \pm 2,8$	$28,37 \pm 3,59$	0 ± 0	
	$20,25 \pm 1,99$	$15,32 \pm 1,34$	$14,02 \pm 2,53$	$14,56 \pm 2,75$	$17,13 \pm 2,36$	0 ± 0	
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	

Таблица 5. Матрица вероятностей переходов P_{ij} объектов среди выделенных состояний S_1-S_6 для подгруппы со средними показателями диспансеризации

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$P_{ij} =$	0,207464	0,195258	0,041680	0,286726	0,268859	0,000013	S_1
	0,708051	0,094902	0,024583	0,056360	0,116103	0,000000	S_2
	0,815988	0,039390	0,025101	0,023364	0,096158	0,000000	S_3
	0,797724	0,046434	0,016541	0,041274	0,098027	0,000000	S_4
	0,679512	0,059409	0,020690	0,057695	0,182695	0,000000	S_5
	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	S_6

Таблица 6. Матрица числа посещений ЛПУ K_{ij} объектом, находящимся в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j , для группы объектов со средними показателями диспансеризации

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$K_{ij} =$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_1
	$3,81 \pm 0,03$	$2,89 \pm 0,08$	$3,41 \pm 0,19$	$3,95 \pm 0,12$	$4,32 \pm 0,08$	0 ± 0	S_2
	$0,04 \pm 0$	$0,02 \pm 0,01$	$0,09 \pm 0,03$	$0,07 \pm 0,03$	$0,01 \pm 0$	0 ± 0	S_3
	$1,49 \pm 0,01$	$1,74 \pm 0,05$	$1,62 \pm 0,07$	$1,67 \pm 0,05$	$1,72 \pm 0,03$	0 ± 0	S_4
	$2,24 \pm 0,02$	$1,99 \pm 0,05$	$1,96 \pm 0,07$	$1,9 \pm 0,05$	$2,19 \pm 0,03$	0 ± 0	S_5
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_6

Таблица 7. Матрица средней длительности T_{ij} пребывания объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (группа объектов со средними показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$T_{ij} =$	$109,2 \pm 0,61$	$54,25 \pm 0,44$	$49,58 \pm 0,95$	$75,91 \pm 0,48$	$53,13 \pm 0,37$	0 ± 0	S_1
	$8,68 \pm 0,06$	$5,84 \pm 0,14$	$5,74 \pm 0,27$	$8,29 \pm 0,19$	$9,49 \pm 0,15$	0 ± 0	S_2
	$14,98 \pm 0,18$	$8,92 \pm 0,53$	$5,12 \pm 0,55$	$8,88 \pm 1,02$	$14,25 \pm 0,41$	0 ± 0	S_3
	$2,47 \pm 0,02$	$2,75 \pm 0,11$	$2,34 \pm 0,15$	$2,36 \pm 0,09$	$3,01 \pm 0,08$	0 ± 0	S_4
	$3 \pm 0,03$	$2,57 \pm 0,08$	$2,31 \pm 0,11$	$2,37 \pm 0,08$	$2,97 \pm 0,05$	0 ± 0	S_5
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_6

Таблица 8. Матрица средних затрат C_{ij} в системе ОМС за обслуживание объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (группа объектов со средними показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$C_{ij} =$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
	$50,31 \pm 1,4$	$33,89 \pm 2,62$	$26,24 \pm 2,01$	$49,12 \pm 3,3$	$64,45 \pm 4,26$	0 ± 0	0 ± 0
	$1224,7 \pm 17,77$	$699,3 \pm 41,9$	$413,3 \pm 41,7$	$653,1 \pm 77,2$	$1085,1 \pm 42,29$	0 ± 0	0 ± 0
	$14,38 \pm 0,65$	$15,68 \pm 1,98$	$12,33 \pm 1,73$	$12,34 \pm 1$	$17,12 \pm 1,57$	0 ± 0	0 ± 0
	$44,86 \pm 2,09$	$18,17 \pm 1,69$	$17,9 \pm 1,42$	$14,46 \pm 1,19$	$27,42 \pm 2,03$	0 ± 0	0 ± 0
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0

Таблица 9. Матрица вероятностей переходов P_{ij} объектов среди выделенных состояний S_1-S_6 для подгруппы с плохими показателями диспансеризации

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$P_{ij} =$	0,148067	0,203281	0,149531	0,211482	0,287639	0,000000	S_1
	0,632331	0,109414	0,066042	0,036471	0,155742	0,000000	S_2
	0,848894	0,028256	0,024570	0,009828	0,088452	0,000000	S_3
	0,725479	0,051297	0,057497	0,048478	0,117249	0,000000	S_4
	0,584696	0,071262	0,070678	0,044685	0,228680	0,000000	S_5
	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	S_6

Таблица 10. Матрица числа посещений ЛПУ K_{ij} объектом, находящимся в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j , для группы объектов с плохими показателями диспансеризации

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$K_{ij} =$	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_1
	$4,57 \pm 0,15$	$3,51 \pm 0,33$	$2,75 \pm 0,28$	$4,85 \pm 0,63$	$4,71 \pm 0,28$	0 ± 0	S_2
	0 ± 0	$0,02 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,06$	$0,13 \pm 0,13$	$0,01 \pm 0,01$	0 ± 0	S_3
	$1,27 \pm 0,02$	$1,21 \pm 0,05$	$1,31 \pm 0,08$	$1,19 \pm 0,05$	$1,29 \pm 0,05$	0 ± 0	S_4
	$2,15 \pm 0,07$	$2,18 \pm 0,18$	$1,95 \pm 0,11$	$2,07 \pm 0,2$	$2,12 \pm 0,1$	0 ± 0	S_5
	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	S_6

Таблица 11. Матрица средней длительности T_{ij} пребывания объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (группа объектов с плохими показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$T_{ij} =$	83,26±1,71	36,15±1,03	46,9±1,69	42,66±1,17	37,11±0,88	0±0	S_1
	9,34±0,23	6,33±0,51	4,5±0,41	8,32±0,78	9,34±0,47	0±0	S_2
	20,94±0,38	13,33±1,38	7,3±1,55	18±6,13	18,63±0,98	0±0	S_3
	2,23±0,11	1,95±0,31	1,6±0,15	1,55±0,18	2,09±0,24	0±0	S_4
	4,2±0,16	2,75±0,26	2,33±0,21	2,86±0,36	3,07±0,17	0±0	S_5
	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	S_6

Таблица 12. Матрица средних затрат C_{ij} в системе ОМС за обслуживание объекта в состоянии S_i , который впоследствии перейдет в состояние S_j (группа объектов с плохими показателями диспансеризации)

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	
$C_{ij} =$	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0
	116±11,5	58,8±17,4	28,6±5,6	85,1±17,2	137,4±27,2	0±0	0±0
	2015,8±42,6	1144,6±115,2	600,4±108,4	1519,1±460	1606,1±121,1	0±0	0±0
	46,2±9,1	27,7±18,9	16,5±6,9	8,5±0,4	28,8±12	0±0	0±0
	255,3±20,6	36,1±11,3	17,2±1,2	24,2±8	68±12,8	0±0	0±0
	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0

имеет число посещений с диспансерной целью от $k_{44} = 2,45 \pm 0,14$ до $k_{42} = 3,58 \pm 0,28$. При этом затраты на госпитализацию составляют от $c_3 = 759,0 \pm 81,3$. Средняя длительность пребывания в состоянии S_3 пациента данной группы составляет $t_3 = 10,98 \pm 1,7$.

4. Чем лучше экономические результаты диспансеризации данной группы, тем больше длительность нахождения объекта в состоянии S_1 . Для группы с плохими результатами диспансеризации среднее время нахождения пациента в состоянии $S_1 t_1 = 46,4 \pm 1,8$, в то время как для группы с хорошими результатами диспансеризации среднее время нахождения пациента в состоянии S_1 равно $t_1 = 57,5 \pm 1,9$.

Из отмеченных эффектов основным (первичным) эффектом следует считать то, что усиление диспансерной работы ведет к росту числа переходов в состояние S_4 (выражаемому ростом значений p_{i4}). В свою очередь возникают вторичные (синергические) эффекты диспансерной работы, один из которых есть сокращение длительности пребывания в высокочрезмерном состоянии S_3 . Как видно из изложенного, анализ диспансерной работы при помощи математического аппарата марковских процессов позволяет детализировать многие количественные параметры диспансеризации. Однако значительно больше информации для анализа можно получить, используя полученные результаты

для моделирования. В качестве исходного материала моделирования была использована матрица P_{ij} (и соответствующий вектор p_0) выражающая вероятности перехода объектов по выделенным состояниям S_{ij} в группе со средними результатами диспансеризации.

Моделирование было проведено с помощью метода Монте-Карло. Метод Монте-Карло – метод статистических испытаний, в котором на основе последовательности случайных чисел строится совокупность случайных величин, описывающих поведение некоторой системы, а также строятся статистические оценки, дающие значения параметров, описывающих поведение исследуемой системы (Математическая энциклопедия, т. 3). Метод Монте-Карло относится к так называемым методам «имитационного моделирования», при котором получение фактической совокупности параметров, полученных вследствие практического эксперимента или наблюдения, заменяется стохастической «имитационной моделью» с предполагаемым распределением вероятностей, и затем формируются выборки из предполагаемого теоретического распределения с помощью случайных чисел (Закс Л.). Был проведен расчет нескольких сценариев организации диспансерной работы. Расчет по каждому сценарию состоял в том, что методом Монте-Карло моделировались 500 выборок по 1000 объектов в каждой выборке. По полученным вы-

Таблица 13. Динамика длительности нахождения в состоянии t_{ij} (дней) и затрат c_{ij} (руб.) при различных значениях посещений с диспансерной целью k_{ij} (результаты моделирования).

Номер модельной группы	Среднее число посещений в состоянии S2	Среднее время пребывания пациента в состоянии S1	Средняя длительность лечения в состоянии S2	Средняя длительность госпитализации (S3)	Средняя длительность работы в состоянии S4	Средняя длительность работы с в состоянии S5	Средние затраты (руб.) на пациента в состоянии S2	Средние затраты (руб.) на пациента в состоянии S3	Средние затраты (руб.) на пациента в состоянии S4	Средние затраты (руб.) на пациента в состоянии S5
1	2,27	64,39	8,30	13,98	2,52	2,90	49,65	1156,87	14,47	37,66
2	2,43	64,50	8,30	13,97	2,52	2,90	49,66	1155,89	14,46	37,51
3	2,59	64,60	8,30	13,97	2,52	2,89	49,63	1154,33	14,45	37,39
4	2,74	64,70	8,30	13,94	2,52	2,89	49,64	1152,54	14,44	37,25
5	2,88	64,80	8,30	13,94	2,52	2,89	49,64	1150,83	14,43	37,12
6	3,02	64,90	8,30	13,90	2,52	2,88	49,63	1148,71	14,42	36,99
7	3,15	65,00	8,30	13,92	2,52	2,88	49,60	1148,59	14,41	36,87
8	3,28	65,07	8,30	13,92	2,52	2,88	49,64	1149,44	14,41	36,73
9	3,40	65,17	8,30	13,91	2,52	2,87	49,63	1148,24	14,40	36,61
10	3,52	65,26	8,30	13,92	2,52	2,87	49,64	1147,15	14,39	36,49
11	3,65	65,34	8,30	13,91	2,52	2,87	49,62	1147,24	14,38	36,37
12	4,61	66,03	8,31	13,76	2,51	2,84	49,64	1134,97	14,30	35,22
13	5,39	66,65	8,30	13,64	2,51	2,82	49,63	1123,80	14,23	34,16

Таблица 14. Значения t_{ij} , являющиеся усредненными характеристиками времени нахождения объекта в каждом из анализируемых состояний в течение одного года

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6		
$T_{ij} =$		83,26	36,15	46,90	42,66	37,11	0,00	S_1
		9,34	6,33	4,50	8,32	9,34	0,00	S_2
		20,94	13,33	7,30	18,00	18,63	0,00	S_3
		2,23	1,95	1,60	1,55	2,09	0,00	S_4
		4,20	2,75	2,33	2,86	3,07	0,00	S_5
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	S_6

Таблица 15. Значения c_{ij} , являющиеся усредненными характеристиками затрат на медицинское обслуживание объекта в каждом из анализируемых состояний в течение одного года

	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6		
$C_{ij} =$		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	S_1
		115,89	58,75	28,54	85,03	137,28	0,00	S_2
		2015,73	1144,60	600,21	1519,12	1605,99	0,00	S_3
		46,04	27,60	16,40	8,44	28,64	0,00	S_4
		255,25	36,01	17,15	24,11	67,97	0,00	S_5
		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	S_6

Таблица 16. Соотношение усредненных оценок времени и финансовых затрат, характеризующих одного пациента, с которым проводилась диспансерная работа (результаты моделирования)

Номер модельной группы	Среднее число посещений с целью диспансеризации приходящегося на 1 пациента	Среднее время пребывания пациента в состоянии S1	Среднее время пребывания пациента в состоянии S2	Среднее время пребывания пациента в состоянии S3	Среднее время пребывания пациента в состоянии S4	Среднее время пребывания пациента в состоянии S5	Среднее затраты на медицинское обслуживание пациента в состоянии S2	Среднее затраты на медицинское обслуживание пациента в состоянии S3	Среднее затраты на медицинское обслуживание пациента в состоянии S4	Среднее затраты на медицинское обслуживание пациента в состоянии S5	Общие затраты на медицинское обслуживание пациента
1	2,27	341,44	10,19	4,22	3,74	5,51	60,92	349,51	21,39	71,71	503,53
6	3,02	342,09	9,19	3,89	4,96	4,97	54,96	321,04	28,37	63,78	468,15
14	5,02	343,56	6,73	2,95	8,16	3,71	40,22	242,67	46,39	45,41	374,69
17	6,03	343,86	5,74	2,59	9,72	3,19	34,24	212,43	55,03	37,92	339,62
21	7,10	343,77	4,94	2,27	11,36	2,76	29,5	185,63	63,98	31,69	310,80

боркам находили ранее описанные матрицы N_{ij} , K_{ij} , T_{ij} и C_{ij} . «Входным» изменяемым параметром было число посещений с диспансерной целью (сумма значений n_{ij} по столбцу S_j) в матрице N_{ij} . «Выходными» параметрами являлись значения в получаемых матрицах K_{ij} , T_{ij} и C_{ij} . Результаты моделирования приведены в таблицах 13-16.

Из таблицы 13 можно установить количественные соотношения между ростом числа посещений с диспансерной целью и любыми другими параметрами, характеризующими диспансерную работу. Наиболее важными из них являются средняя длительность пребывания пациента в состоянии «здоров» и общие затраты на оказание медицинской помощи лицам, с которыми проводится диспансерная работа. Из таблицы 13 можно установить, что при увеличении числа посещений с диспансерной целью с 2,73 посещения до 5,39 посещения средняя длительность пребывания объекта в состоянии «здоров» увеличивается с 64,39 дня до 66,65 дня. Также нужно отметить, что с ростом числа посещений с диспансерной целью

уменьшаются средние затраты на медицинское обслуживание диспансерных больных. Наибольший экономический эффект снижения затрат на медицинское обслуживание диспансерных больных наблюдается в случае, если пациент госпитализирован, т. е. находится в состоянии S3. При увеличении числа посещений с диспансерной целью с 2,73 посещения до 5,39 посещения средние затраты на госпитализацию уменьшаются от 1156,87 до 1123,80 рубля.

Оценки, характеризующие переход S_{ij} объекта, дают достаточно полное представление об изменении основных ресурсов в системе при переходе объекта из одного состояния в другое. Однако, к сожалению, они не могут быть характеристиками процесса в целом на всем анализируемом промежутке времени. Например, в одной серии моделирования при генерации 500 тысяч объектов лишь 86 442 объекта имели состояние S3 (пациент госпитализирован). Для получения усредненных характеристик процесса необходимо получить характеристики, дающие усредненные оценки одного объекта. Это

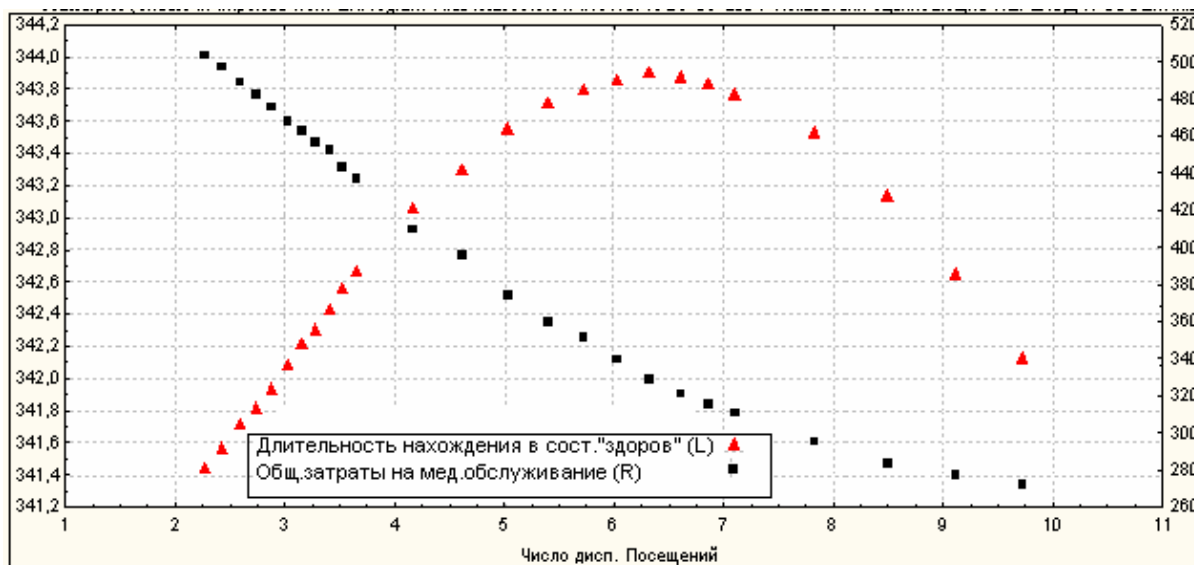


Рисунок 1

можно получить, если значения полученных матриц K_{ij} , T_{ij} , и C_{ij} , содержащих суммы соответствующих признаков по всем переходам S_{ij} , разделить на число анализируемых объектов. В таблицах 14-15 в качестве примера даны матрицы усредненных оценок одного объекта в некоторой серии моделирования.

С помощью матриц, дающих усредненные оценки поведения одного объекта при различных значениях числа диспансерных посещений в год, можно дать обобщенную характеристику всех лиц, с которыми проводится диспансерная работа (таблица 16).

Данные таблицы 16, которые отражают усредненные показатели времени и финансовых затрат, характеризующих одного пациента, с которым проводилась диспансерная работа, позволяют дать обобщенные характеристики диспансерной работы, проводимой с некоторой группой лиц. Из таблицы 16 следует, что если оценивать диспансерную работу не на уровне оценок состояний, а на уровне усредненных оценок, характеризующих одного человека из большой группы лиц, то можно отметить, что увеличение числа посещений с целью диспансеризации, которые, естественно, приводят к увеличению затрат на диспансерную работу, в целом снижают затраты на медицинское обслуживание группы лиц, с которыми проводится диспансерная работа. Например, при увеличении числа посещений с целью диспансеризации с

2,27 посещения до 5,39 посещения расходы на диспансеризацию возрастут с 21,39 рубля до 49,58 рубля на человека в год. В то же самое время общие затраты на медицинское обслуживание указанной группы лиц снизятся с 503,53 рубля до 360,04 рубля на человека в год. Таким образом, при проведении интенсивной диспансерной работы будет находиться в состоянии «здоров» 341,44 дня в году. На рисунке 1 приведены показатели длительности нахождения человека в состоянии «здоров» и общие затраты, связанные с его медицинским обслуживанием (затраты на лечение и диспансеризацию) в течение года, в зависимости от интенсивности диспансеризации (числа диспансерных посещений).

Длительность нахождения человека в состоянии «здоров» и общие затраты, связанные с его медицинским обслуживанием (затраты на лечение и диспансеризацию) в течение года в зависимости от числа диспансерных посещений.

Из рисунка 1 можно установить, что если оценивать диспансерную работу не на уровне оценок одного перехода, а на усредненных характеристиках одного человека, с которым проводилась диспансерная работа, при среднем числе посещений с целью диспансеризации равном 2,27 посещения, человек будет находиться в состоянии «здоров» 341,44 дня в году. Если же число посещений с целью диспансеризации возрастает до 5,39

посещения в год, то время пребывания диспансерного больного в состоянии «здоров» возрастет до 343,71 дня в году, т. е. возрастет на 2,27 дня. Как отмечалось (Екимов, 2002), средняя длительность пребывания объекта в состоянии «здоров» влияет на величину потерь экономики региона, связанную с временной нетрудоспособностью работников по поводу заболеваемости. В указанной работе отмечено, что общие экономические потери как работника и его предприятия, так и государства за 1 день болезни работника в 2000 г. оценивались как 352 рубля. Среди анализируемой группы лиц трудоспособного возраста было 7723 работающих граждан. Используя указанную оценку общих экономических потерь, можно отметить, что для указанных работающих граждан, с которыми проводится диспансерная работа, увеличение числа посещений с диспансерной целью с 2,73 посещения до 5,39 посещения ведет к сниже-

нию общих экономических потерь региона, связанных с заболеваемостью, более чем на 6 млн. рублей.

Приведенные результаты показывают, что предложенная модель, описывающая взаимодействие человека, отнесенного к диспансерной группе, с ЛПУ в виде процесса Маркова позволяет установить количественные соотношения, которые необходимы для принятия оптимального решения по критерию «эффект / затраты». Модель позволяет не только в обобщенном виде с единых позиций выявить все изменения взаимосвязанных параметров, описывающих взаимодействие человека, отнесенного к некоторой диспансерной группе, но также может указать на тенденции (как желательные, так и нежелательные) и оценить организацию диспансерной работы, которые следует учитывать при управлении диспансерной работой на уровне региональной системы здравоохранения.

Список использованной литературы:

1. Бартоломью Д. Стохастические модели социальных процессов. – М.: Финансы и статистика, 1985. – 295 с.
2. Валтер Я. Стохастические модели в экономике. – М.: Статистика, 1976. – 231 с.
3. Екимов А.К. Экономическая оценка работника в состоянии «здоров» и «болен» // Экономика здравоохранения, 1 (60), 2002, с. 41-44.
4. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976. – 598 с.
5. Математическая энциклопедия, т. 3. – М.: Советская энциклопедия, 1982.