

УДК 004.891+613.62

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ КАК ОСНОВА СИСТЕМЫ МЕДИЦИНСКОГО СТРАХОВАНИЯ ОТ ПРОФПАТОЛОГИЙ

К. т. н. И. В. Антонова, к. т. н. Н. А. Чикина

Национальный технический университет «ХПИ»
Украина, г. Харьков
anira2004@mail.ru

В докладе представлены некоторые аспекты построения математической модели медицинского страхования от профпатологий рабочих предприятий химико-фармацевтической отрасли. Оценка риска развития профпатологий производится по переходным вероятностям дискретного марковского случайного процесса. С помощью нечеткой экспертной системы рассчитываются оценки уровня риска, зависящие от стажа и места работы на предприятии.

Ключевые слова: профессиональная патология, факторы риска, экспертная система, переходные вероятности.

В последние годы особое место в теории и практике здравоохранения занимают факторы риска, т. е. явления повседневной жизни, образа жизни, условия труда человека, которые способствуют ухудшению здоровья населения. К профессиональной патологии относятся те нозологические формы заболеваний работающих, в развитии которых исключительную или, во всяком случае, значительную сопутствующую роль играют вредности, связанные с неблагоприятными условиями работы. Работающие – особая группа населения с точки зрения наличия специфических потребностей в охране здоровья, связанных в первую очередь с риском профессиональных заболеваний и повышенной вероятностью вредного влияния работы на общее состояние здоровья. Ответственность работодателей за состояние здоровья рабочих в свое время стимулировало создание на предприятиях лечебно-профилактических пунктов (медико-санитарных частей), осуществляющих периодический контроль за состоянием здоровья рабочих, оказывающих им необходимую медицинскую помощь, лечение, проводящих комплекс профилактических мероприятий.

Одной из форм гарантий получения качественной медицинской помощи при заболевании является наличие медицинской страховки. В мировой практике существует страхование на случай возникновения одного какого-либо заболевания. Такой вид страхования обеспечивает весь спектр медицинских услуг при возникновении заболевания, указанного в страховом полисе. Профпатология открывает возможности организации системы корпоративного медицинского страхования, гарантирующего своевременную профилактику и лечение профессиональных или производственно обусловленных заболеваний. Термин «корпоративное» означает, что данная модель страхования разрабатывается для рабочих предприятий одной отрасли, например, для предприятий химико-фармацевтической промышленности. Решающим в подобном объединении предприятий является общность внешних факторов риска, а также достаточно четко очерченный круг характерных профзаболеваний, в данном случае, аллергодерматозы, что при разработке математической модели системы медицинского страхования играет не последнюю роль.

Введение корпоративной системы медицинского страхования на базе внедрения на предприятиях автоматизированных информационных систем по ранней диагностике и профилактике профессиональных заболеваний, а также экспертных систем по оценке риска их развития даст возможность осуществлять персонализированный контроль за динамикой состояния здоровья рабочих и служащих, предупредить возникновение профессионального заболевания.

Целью настоящей работы является разработка системы поддержки принятия решений в медицинском страховании с использованием новых технологий на базе математического моделирования состояния здоровья работающих в условиях вредного производства, а также соответствующей нор-

мативной базы профпатологии, касающейся трактовки состояния нормы, патологии и переходных состояний от нормы к патологии, определение критериев дифференциации этих состояний.

Направленность организма на непрерывное поддержание устойчивого равновесия с окружающей средой порождает качественное отличие закономерностей переходов из состояния в состояние, а также виды взаимосвязей между показателями организма в каждом состоянии. Множество W состояний $\{S_i\}$ зависит не только от индивидуальных особенностей субъекта страхования, но и от внешних условий (уровень загрязненности воздуха, характер контакта с химически активными веществами и др.). Определенным внешним условиям соответствует свое множество состояний. Такой подход в рамках общей теории систем позволяет представить патологические изменения в организме как процесс смены состояний в соответствии с определенными отношениями между ними и показателями организма внутри каждого состояния.

Построение всякой математической модели начинается с определений и соответствующих обозначений. В модели системы медицинского страхования главными являются: 1) определение множества W возможных состояний $\{S_i\}$; 2) наличие критериев $\{K_{pq}\}$, дифференцирующих состояния S_p и S_q ; 3) известный характер влияния $F_j \left[f_i(S_{ij}^{(p)}) \right] = S_{ij}^{(q)}$ внешних $\{F_j\}$ и внутренних $\{f_i\}$ факторов риска на переход из состояния $S_{ij}^{(p)} \in S_p$ в состояние $S_{ij}^{(q)} \in S_q$; 4) оценка условных вероятностей $\{p_{ij}(t_k)\}$, характеризующих риск развития профессиональных заболеваний в зависимости от стажа и места работы на предприятии.

Базой для предоставления рассматриваемого корпоративного страхового полиса станут матрицы этих условных вероятностей, учитывающие влияние внутренних факторов риска развития профессиональных заболеваний у рабочих предприятий данной промышленной отрасли.

Пусть A — медико-биологическая система, в которой протекает дискретный марковский случайный процесс $S(t_k)$ с дискретными «качественными» состояниями S_1, S_2, \dots, S_n и дискретным временем $t_0, t_1, t_2, \dots, t_N$. Это означает, что вероятность перехода системы A в состояние S_j на $(k+1)$ -ом шаге зависит только от того, в каком состоянии S_i находилась система на предыдущем k -ом шаге и не зависит от того, как она вела себя до k -го шага.

Пусть $p_i(t_k)$ ($i = \overline{1, n}, k = \overline{0, N}$) — вероятность того, что система A в момент времени t_k будет находиться в состоянии S_i , т. е. $p_i(t_k) = P(S(t_k) = S_i)$. Для нахождения вероятностей $p_i(t_k)$ необходимо знать условные вероятности $p_{ij}(t_k)$ перехода системы A на k -ом шаге в состояние S_j , если известно, что на $(k-1)$ -ом шаге система была в состоянии S_i . Распределение вероятностей системы

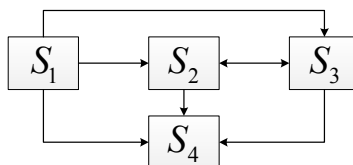
A на каждом шаге t_k определяется по рекуррентной формуле:
$$p_j(t_k) = \sum_{i=1}^n p_i(t_{k-1}) p_{ij}(t_k).$$

Исследования, проведенные в [1—3], позволили выделить у рабочих предприятия химико-фармацевтической отрасли следующие четыре состояния $\{S_i\}$: S_1 — «Практически здоровый» (ПЗ), S_2 — «Группа риска 2» (ГР2), S_3 — «Группа риска 3» (ГР3), S_4 — «Группа риска 1, Больные» (ГР1, Б), отражающие наличие у обследованных определенных внутренних факторов риска из множества $\{f_i\}$. При этом S_4 является поглощающим состоянием. Возможность перехода из состояния S_i в состояние S_j описывается ориентированным графом (см. рисунок).

Матрицы переходных вероятностей $\|p_{ij}(t_k)\|$ строились по результатам обработки базы данных, составленной в ходе научно-исследовательских работ, осуществлявшихся на фармацевтической фирме «Здоровье», г. Харьков, сотрудниками НТУ «ХПИ» совместно с ГП НИИВиД АМН Украины [4].

В рамках проведенных исследований при априорной общности внешних факторов риска на основе общности внутренних факторов созданы интегрированные программы многофакторной профи-

лактики, конечной целью которых является предупреждение возникновения, неблагоприятного течения этиологически близких профессиональных или производственно обусловленных заболеваний.



Ориентированный граф

Учет воздействия внешних факторов риска $\{F_j\}$ на основе их количественной оценки с последующей дифференциацией уровней риска для каждого работника предприятия производится с помощью разработанной авторами нечеткой экспертной системы (НЭС) оценки риска развития профессионально обусловленных заболеваний (ПОЗ) [5]. Дифференциация уровней риска развития ПОЗ в нечеткой экспертной системе производится на основе количественной оценки профессионального риска по результатам анализа индивидуальных кривых $r_i(t_k)$ резистентности гомеостаза, которые в каждый момент времени t_k определяют вероятность того, что ПОЗ еще не проявится к этому моменту времени [6].

Полученные в ходе настоящих исследований результаты совместно с разработанной НЭС составляют математический аппарат принятия решений в разрабатываемой авторами системе корпоративного медицинского страхования рабочих и служащих предприятий химико-фармацевтической отрасли.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Чикина Н. А., Антонова И. В. Изучение влияния внутренних факторов риска на развитие аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтических предприятий // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск: Информатика и моделирование.— 2007.— № 19.— С. 195—200.
2. Чикина Н. А., Антонова И. В. Математические модели адаптационных процессов у рабочих предприятий химико-фармацевтической промышленности // Информационные технологии и компьютерная инженерия.—2009.— № 2 (15).— С. 45—50.
3. Чикина Н. А., Геворкян Ю. Л., Поворознок А. И., Антонова И. В. Прогноз развития профессионально обусловленных заболеваний с помощью дискриминантного анализа // Системы обработки информации.— 2010.— Вып. 1 (82).— С. 200—203.
4. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка комплекса мероприятий с автоматизированной системой управления по ранней диагностике, лечению и профилактике больных аллергодерматозами среди рабочих с вредными условиями труда».— № 01.9.10 050715, 1993 г.
5. Антонова И. В. Определение критического стажа в развитии профессионально обусловленных заболеваний в условиях химико-фармацевтического производства // Системы обработки информации.— 2012.— Вып. 2 (100).— С. 231—236.
6. Чикина Н. А., Антонова И. В. Метод количественной оценки профессиональных рисков на предприятиях химико-фармацевтической отрасли // Вестник НТУ «ХПИ». Тематический выпуск: Информатика и моделирование.— 2012.— № 38.— С. 196—201.

I. V. Antonova, N. A. Chikina

Expert system for the estimation of risk of disease dynamics as the basis of the occupational diseases health insurance system.

The paper presents some aspects of mathematical modeling of medical insurance in case of occupational disease for the employees of chemical and pharmaceutical industry enterprises. The risk of occupational diseases dynamics is estimated by transition probabilities of discrete-time Markov random process. By means of fuzzy expert system the risk level is estimated depending on worker's experience and job on an enterprise.

Keywords: *professional pathology, risk factors, fuzzy expert system, transition probabilities.*