

*Н.А. ЧИКИНА*, канд. техн. наук, проф., НТУ "ХПИ", Харьков,  
*И.В. АНТОНОВА*, канд. техн. наук, ст. преп., НТУ "ХПИ", Харьков

## **МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

В работе описывается метод количественной оценки профессиональных рисков у рабочих предприятий химико-фармацевтической отрасли на основе анализа кривых резистентности гомеостаза. Метод может быть использован при решении задачи выявления факторов риска заболеваний любой этиологии. Ил.: 3. Библиогр.: 8 назв.

**Ключевые слова:** количественная оценка, профессиональные риски, кривые резистентности гомеостаза, факторы риска.

**Постановка проблемы и анализ литературы.** В настоящее время в Украине в условиях интенсивного развития химической и фармацевтической отраслей промышленности ухудшается экологическое состояние окружающей среды и, как следствие, растет количество больных, в том числе, на распространенные дерматозы. Данные мониторинга [1] состояния здоровья рабочих предприятий химико-фармацевтической промышленности свидетельствуют о высоком уровне заболеваемости аллергодерматозами и другими кожными заболеваниями, что, в свою очередь, может привести к увеличению количества профессиональных заболеваний.

Как показали исследования, у рабочих и служащих химико-фармацевтической отрасли впервые аллергические заболевания проявляются, в основном, в течение первых десяти лет работы на предприятии.

Традиционно в аллергологии задача ранней диагностики заболевания связана с анализом факторов риска (ФР), количество которых за последние годы резко возросло. Наличие ФР и факторов предрасположенности к различным аллергическим заболеваниям, оценка уровня адаптационно-компенсаторных возможностей организма дают возможность с определенной степенью уверенности индивидуально прогнозировать возможность развития профессионально обусловленных аллергодерматозов [2, 3].

Задача количественной оценки профессионального риска развития профессионально обусловленных заболеваний (ПОЗ) у рабочих связана с групповой характеристикой, определяющей место работы на

предприятию химико-фармацевтической отрасли с наибольшим риском развития ПОЗ.

Профессиональные вредности в гигиене труда определяются как вещества химического и биологического происхождения, с которыми рабочие имеют контакт в процессе своей работы. Профессиональные вредности являются основной причиной возникновения профессионально обусловленных аллергодерматозов. Кроме того, существуют ФР, которые не являются причиной возникновения заболевания, но предшествуют его развитию [4]. Для ФР наиболее эффективной является оценка их совместного влияния на развитие заболевания.

В исследованиях, проводимых в [2 – 6], были выявлены как индивидуальные, так и групповые ФР развития профессионально обусловленных аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтической промышленности. Выявленные ФР развития ПОЗ сравнивались по силе влияния, а по результатам сравнения – ранжировались. Наибольшее влияние на развитие ПОЗ оказывал ФР "Место работы" с градациями "Связано", "Отчасти связано" и "Не связано" непосредственно с контактом с веществами, вызывающими развитие профессионально обусловленных аллергодерматозов. Такой риск развития ПОЗ является профессиональным риском.

При формировании выборки, соответствующей требованиям проводимых исследований, часть данных, как правило, неполных, не обрабатывалась. Причинами такой неполноты данных являлись увольнения части рабочих с предприятия, переход на другое место работы на данном предприятии с меньшим профессиональным риском. Кроме того, не все рабочие обращаются в медсанчасть предприятия, особенно по поводу рецидивов заболевания, занимаясь самолечением. Поэтому полученные ранее результаты не в полной мере отражают имеющуюся первичную информацию.

**Целью статьи** является описание метода получения количественной оценки профессиональных рисков развития ПОЗ по всей имеющейся совокупности данных на основе анализа функции  $r(t)$  резистентности гомеостаза на примере предприятия химико-фармацевтической отрасли.

**Результаты исследований.** Вводимая в рассмотрение вспомогательная функция  $r(t)$  определяет в каждый момент времени  $t$  вероятность того, что ПОЗ еще не проявится к моменту времени  $t$ , т.е. учитываются только первичные проявления ПОЗ у рабочих.

Для совокупности  $\Omega$  объема  $n$  значение функции резистентности гомеостаза вычисляется следующим образом:

$$r(t) = \frac{n_t}{n}, 1 \leq t \leq s,$$

где  $n_t$  – число рабочих, не имевших проявлений ПОЗ к моменту  $t$  работы на предприятии;  $t=1$  соответствует началу работы на предприятии. Никакого другого способа оценки  $r(t)$  не существует.

Для цели настоящих исследований рассматривались две выборки  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  из всей совокупности данных  $\bar{\Omega}$ , так что  $\Omega_1 \cup \Omega_2 = \bar{\Omega}$ . При этом в  $\Omega_1$  вошли обследованные рабочие с минимальным, а в  $\Omega_2$  – с повышенным профессиональным риском. В качестве  $\bar{\Omega}$  была выбрана база данных обследования рабочих и служащих фармацевтической фирмы "Здоровье", сформированная по результатам НИР [7], проводимых совместно сотрудниками Харьковского НИИ Дерматологии и Венерологии и НТУ "ХПИ".

По каждой сформированной выборке  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  были получены оценки функции резистентности гомеостаза  $\hat{r}_1(t)$  и  $\hat{r}_2(t)$ :

$$\hat{r}_j(\tau) = f_1 \cdot f_2 \cdot \dots \cdot f_\tau,$$

где  $f_i = 1 - \frac{m_i}{n_i}$ ,  $i = \overline{1, \tau}$ ,  $1 \leq \tau \leq S$ ,  $j = \overline{1, 2}$ ,  $m_i$  – число рабочих с первичными проявлениями ПОЗ, появившимися до момента  $t=i$ ;  $n_i$  – общее число рабочих на предприятии к моменту  $t=i$ ;  $S$  – наибольший стаж работы, при котором впервые проявилось ПОЗ. При этом в число  $n_i$  не входят рабочие, чей стаж работы  $s < i$ .

Результаты вычислений представлены на рис. 1 в виде кривых  $L_1$  и  $L_2$  оценки резистентности гомеостаза  $\hat{r}_j(t)$ ,  $j = \overline{1, 2}$ , соответствующих группам обследованных  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$ . Описанная процедура называется методом Каплана-Мейера [8] и применяется при анализе выживаемости и построении кривых дожития.

Кривые  $L_1$  и  $L_2$  дают наиболее полную по имеющимся данным оценку  $\hat{r}(t)$  резистентности гомеостаза. Оценка точности приближения рассчитывалась по формуле Гринвуда [8].

Наличие такой оценки позволяет определять доверительные интервалы для  $r(t)$  в момент времени  $t$ .

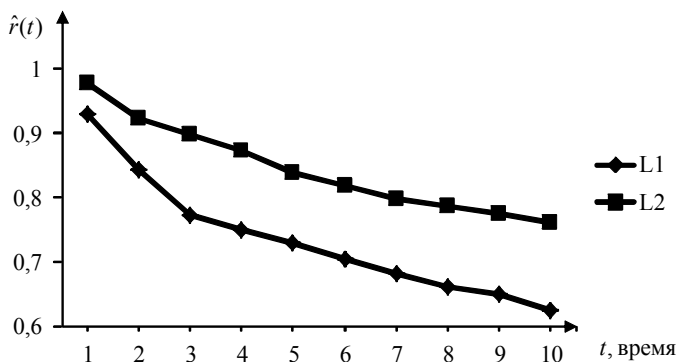


Рис. 1. Кривые оценки  $\hat{r}(t)$  резистентности гомеостаза:  $L_1$  – по группе  $\Omega_1$ ,  $L_2$  – по группе  $\Omega_2$

На рис. 2 и 3 представлены кривые  $L_1$  и  $L_2$  и их 95% доверительные области.

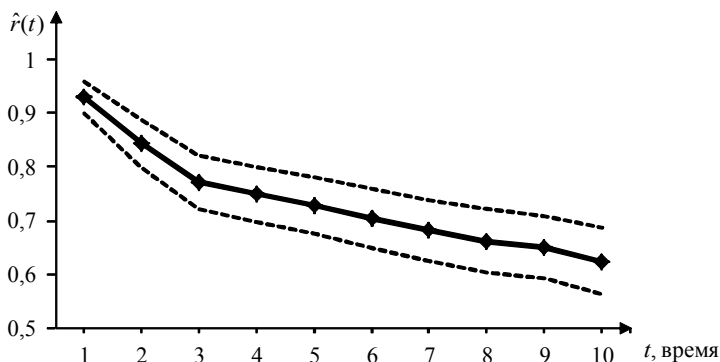


Рис. 2. Кривая  $L_1$  и ее 95%-я доверительная область

Количественная оценка профессионального риска проводилась по результатам сравнения кривых  $L_1$  и  $L_2$  с применением непараметрического логрангового критерия [8]. Нулевая гипотеза  $H_0$  состояла в том, что в обеих группах  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  резистентность гомеостаза одинакова.

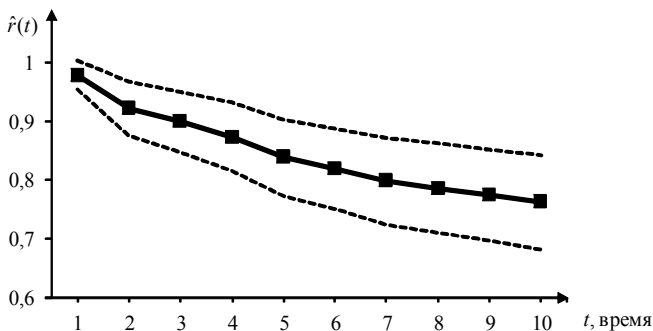


Рис. 3. Кривая  $L_2$  и ее 95%-я доверительная область

Одним из требований логрангового критерия является то, что функции  $r_1(t)$  и  $r_2(t)$  связаны между собой соотношением  $r_2(t) = [r_1(t)]^\alpha$ .

При этом, если  $\alpha = 1$ , то кривые оценок  $\hat{r}_1(t)$  и  $\hat{r}_2(t)$  совпадают, что равносильно отсутствию профессиональных рисков; если  $\alpha < 1$ , то уровень профессионального риска выше в группе обследованных  $\Omega_1$ , и наоборот, если  $\alpha > 1$ , то уровень профессионального риска выше в группе обследованных  $\Omega_2$ .

Поскольку соотношение  $r_2(t) = [r_1(t)]^\alpha$ , связывающее уровни профессионального риска, в соответствии с логранговым критерием имеет место при любом  $t$ , то параметр  $\alpha$  можно оценить как

$$\alpha = \frac{\ln(r_1(S))}{\ln(r_2(S))},$$

где  $r_1(S)$  и  $r_2(S)$  – резистентность гомеостаза в группах  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  к концу наблюдения – моменту времени  $t = S$ .

**Выводы.** Как показали вычисления, стандартное отклонение выборочного распределения составило  $z_{\text{набл.}} = 2,7089$ , что больше критического значения для уровня значимости 1% в случае нормального распределения, которое составляет  $z_{\text{кр.}} = 0,5758$ . Поэтому гипотеза  $H_0$  об отсутствии различий резистентности гомеостаза в группах  $\Omega_1$  и  $\Omega_2$  отклоняется. Кроме того, значение параметра  $\alpha = 0,574$  дает возможность сделать вывод о том, что уровень профессионального риска выше в группе обследованных  $\Omega_1$ .

**Список литературы:** 1. Кундієв Ю.І. Професійна захворюваність в Україні. Соціально-економічний та гігієнічний аспекти / Ю.І. Кундієв, А.М. Нагорна // Вісник НАН України, 2003. – № 3. – С. 20–28. 2. Чикина Н.А. Изучение влияния внутренних факторов риска на развитие аллергодерматозов у рабочих химико-фармацевтических предприятий / Н.А. Чикина, И.В. Антонова // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2007. – №19. – С. 195–200. 3. Чикина Н.А. Математические модели адаптации к вредным условиям труда на основе метода корреляционной адаптометрии / Н.А. Чикина, И.В. Антонова // Вестник НТУ "ХПИ". Тематический выпуск: Информатика и моделирование. – Харьков: НТУ "ХПИ", 2008. – № 49. – С. 184–189. 4. Чикина Н.А. АИС многофакторной профилактики профессионально обусловленных заболеваний в условиях вредного производства / Н.А. Чикина, И.В. Антонова // Сб. науч. трудов 3-го Международного радиоэлектронного форума "Прикладная электроника. Состояние и перспективы развития". – Харьков, 2008. – Т. 4. – С. 238–241. 5. Чикина Н.А. Прогноз развития профессионально обусловленных заболеваний с помощью дискриминантного анализа / Н.А. Чикина, Ю.Л. Геворкян, А.И. Поворознюк, И.В. Антонова // Системы обработки информации. – Харьков: ХУВС, 2010. – Вып. 1 (82). – С. 200–203. 6. Чикина Н.А. Математические модели адаптационных процессов у рабочих предприятий химико-фармацевтической промышленности / Н.А. Чикина, И.В. Антонова // Информационные технологии и компьютерная инженерия. – Винница: ВНТУ, 2009. – № 2 (15). – С. 45–50. 7. Солошенко Э.Н. Математическое моделирование в медицинском страховании здоровья рабочих предприятий химико-фармацевтической отрасли / Э.Н. Солошенко, Н.А. Чикина, И.В. Антонова // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. – Херсон: ХНТУ, 2009. – Т.1. – С. 234–238. 8. Гланц С. Медико-биологическая статистика: [Пер. с англ.] / Стентон Гланц. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

*Статью представил д.т.н., проф. НТУ "ХПИ" Пиротти Е.Л.*

УДК 681.518

**Метод кількісної оцінки професійних ризиків на підприємствах хіміко-фармацевтичної галузі / Чікіна Н.О., Антонова І.В. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. – № . – С. 196 – 201.**

У роботі пропонується метод кількісної оцінки професійних ризиків у робочих підприємствах хіміко-фармацевтичної галузі на основі аналізу кривих резистентності гомеостазу. Метод може бути використаний при вирішенні задачі виявлення факторів ризику захворювань будь-якої етіології. Іл.: 3. Бібліогр.: 8 назв.

**Ключові слова:** кількісна оцінка, професійні ризики, криві резистентності гомеостазу, фактори ризику.

UDC 681.518

**Method of quantitative estimation of professional risks on the enterprises of chemical and pharmaceutical industry / Chikina N.A., Antonova I.V. // Herald of National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modeling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2012. – № 38. – P. 196 – 201.**

The method of quantitative estimation of professional risks for the workers of enterprises of chemical and pharmaceutical industry is offered. It's based on analysis of curves of resistibility of homeostasis. The method can be used for the decision of task of detection of risk factors of diseases of any etiology. Figs.: 3. Refs.: 8 titles.

**Keywords:** quantitative estimation, professional risks, curves of resistibility of homeostasis, risk factors.

*Поступила в редакцію 05.04.2012*