

УДК 004.891.3

ОЦЕНКА МЕДИЦИНСКИХ РИСКОВ ПРИ ЛЕЧЕНИИ РАБОТНИКОВ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ГРАФИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Бисалиев Рафаэль Валерьевич

доктор медицинских наук

Джамбеков Азамат Матифулаевич

аспирант

Астраханский государственный технический университет, Астрахань

author@apriori-journal.ru

Аннотация. В данной статье проведен анализ возможных путей решения задачи оценки медицинских рисков и построения систем поддержки принятия решений на различных этапах при лечении работников газовой промышленности. Рассмотрены вопросы применения теории байесовских сетей доверия для целей построения диагностических систем поддержки принятия решений и оценки рисков при медицинской диагностике работников газовой промышленности.

Ключевые слова: медицинские риски; байесовские сети доверия; медицинская прогностика; медицинская диагностика.

ASSESSMENT OF RISKS IN THE TREATMENT OF MEDICAL WORKERS OF GAS INDUSTRY BASED PROBABILISTIC GRAPHICAL MODELS

Bisaliev Rafael Valeryevich

doctor of medicine

Dzhambekov Azamat Matifulaevich

post-graduate student
Astrakhan State Technical University, Astrakhan

Abstract. In this article the analysis of possible ways of solving the problem of health risk assessment and construction of decision support systems at different stages in the treatment of gas industry workers. The problems of the theory of Bayesian belief networks for the purposes of diagnostic decision support systems and risk assessment in medical diagnosis gas industry workers.

Keywords: medical risks; Bayesian belief networks; medical prognostics; medical diagnostics.

Одной из первостепенных задач при оказании медицинских услуг работникам предприятий с вредными и опасными производственными факторами является оценка рисков возникновения тех или иных профессиональных заболеваний на определенном интервале времени. Например, среди профессиональных групп работников газовой промышленности наибольшему профессиональному риску подвергаются аппаратчики и слесари. Слесари зачастую подвергаются большой химической нагрузке и выполняют тяжелый физический труд. Для данной профессии наблюдается большое число случаев формирования патологии периферической и костно-мышечной нервной системы с весомой

долей влияния профессиональных факторов (более 60 %). С меньшей долей влияния данных факторов (30-35 %) у слесарей велик риск возникновения бронхита и заболеваний кожи.

Целью данной работы является анализ возможностей решения задачи оценки медицинских рисков и построения систем поддержки принятия решений на различных этапах при лечении работников газовой промышленности. Также, необходимо рассмотреть вопросы применения теории байесовских сетей доверия для целей построения диагностических систем поддержки принятия решений и оценки рисков при медицинской диагностике работников газовой промышленности.

Следуя основным положениям теории профессионального риска, данные заболевания, как и многие другие, расцениваются как отклонения в состоянии здоровья, связанные с производственными трудовыми условиями, гигиеническими особенностями трудовых процессов и характером профессиональной деятельности [1-2]. Проявляются нарушения здоровья работников газовой промышленности в виде различных клинических выраженных форм профессиональных заболеваний (болезни органов дыхания, костно-мышечной системы, хронические интоксикации) или в виде отдельных синдромов и признаков. Можно выделить следующие производственные факторы предприятий газовой отрасли: сменный режим работы, значительный уровень нервно-эмоционального напряжения, высокий уровень взрыво - и пожароопасности на производстве, большая ответственность за участие в ведении технологического процесса с присутствием различных факторов риска, что зачастую способствует развитию у работников артериальной гипертензии.

Оценка медицинских рисков необходима для целей страхования здоровья и жизни людей [3]. К основным уровням риска, связанным с возможностью нанесения вреда здоровью субъекта страхования, относятся [4]:

- *риск появления физического дефекта или болезни*, т.е. риск возникновения физиологических нарушений, которые могут повлиять на нормальное функционирование организма. В последствии это может нанести экономический ущерб как субъекту, так и государству.
- *риск необходимости восстановления здоровья (лечения)*. Данный уровень риска связан с затратами на ресурсы, требующимися на лечение.
- *риск возникновения ограничений в социально-экономической сфере жизни людей по причине утраты здоровья*. При реализации данного уровня риска ущерб для человека носит как экономический, так и социальный характер.
- *риск необходимости сохранения заданных условий жизни человека при необратимости и значимости ущерба его здоровью*. Как и для рисков второго уровня ущерб может быть выражен в виде затрат на требуемые ресурсы.

На сегодняшний день известно большое количество различных моделей медицинских информационных систем, технических и программных продуктов, которые можно интегрировать в различные блоки медицинской системы [5]. Немало усилий приложено для развития медицинских систем поддержки принятия решений. В работе [6] изложена модель получения информации, которая может быть применена при ретроспективном анализе рисков в процессе оказания медицинской помощи пациентам.

В рамках настоящей работы изложены основные принципы вероятностного подхода к оценке риска. Байесовские сети доверия (БСД) [7-8], как вероятностные семантические модели, имеют широкое применение при синтезе решающих утверждений в условиях неопределенности, а также при установлении наилучшего курса лечения пациента, диагностике заболеваний, прогнозе исхода заболевания и пр. Также в меди-

цинской диагностике используются алгебраические байесовские сети, имеющие логико-вероятностную семантику.

Зачастую диагностические модели поддержки принятия решений на основе байесовских сетей доверия получают на основе экспертной информации, что связано с особенностями существующей медицинской статистики (недостаточность, некорректность и др.). Важным преимуществом моделей, в основу которых положены методы искусственного интеллекта, является возможность автоматического обучения структурных элементов модели в режиме постоянно поступающей информации.

Приведем модель, которая позволяет формально определить наиболее вероятный диагноз в виде значения из множества возможных диагнозов, при котором достигается максимум вероятности присутствия заболевания при учете определенного набора сведений E , которые представляют собой результаты тестов, симптомы и иные признаки [9]:

$$D^* = \arg \max_D \Pr(D/E) . \quad (1)$$

При наиболее простом случае для решения задачи диагностики заболевания используют модель наивного байесовского классификатора [10]. Такая модель подразумевает использование трех типов переменных: переменные наблюдения, непосредственно относящиеся к данным наблюдения, переменные болезней, латентные переменные, которые не доступны для наблюдения, но имеющие важное значение при диагностике. Модель наивного байесовского классификатора не способна учесть ряд латентных переменных и подразумевается условная независимость переменных наблюдения друг от друга при определенном значении переменной заболевания. При практической неправдоподобности предложения об условной независимости факторов заболевания модель наивного байесовского классификатора тем не менее зачастую имеет точность прогноза, соответствующую более сложным моделям [11].

На сегодняшний день известен ряд примеров использования байесовских сетей доверия для диагностики заболеваний печени [12], сердечных заболеваний на основе данных эхокардиографии [13], рака простаты [14], зубной боли [15] и др. К наиболее известным интеллектуальным системам диагностики на основе байесовских сетей доверия относится система диагностики патологии лимфатических узлов Pathfinder [16].

Медицинское прогнозирование представляет собой прогноз будущего курса лечения и исходов процесса, связанного с заболеванием при лечении или естественном течении заболевания. Использование прогностических байесовских сетей доверия освобождает от трудностей, возникающих при использовании традиционных прогностических моделей. В таких моделях прогнозирование представляется одношаговым процессом и не требует введения в модель дополнительных переменных, появляющихся с течением времени [17].

Медицинский прогноз представим в виде утверждения в условиях неопределенности. Возможный итог лечения заболевания определяется исходя из принимаемых последовательно решениях о лечении, особенностей течения болезни в конкретных случаях и начального состояния здоровья пациента. Формально прогноз определяют как вероятность:

$$\Pr(\textit{outcome} / E, T) . \quad (2)$$

где E – имеющаяся информация о состоянии здоровья пациента (результаты обследований, симптомы и др.), T – выбранный план лечения. В результате данного медицинского вмешательства можно ожидать увеличение продолжительности жизни пациента и улучшение других аспектов качества его жизни.

Развитие методологии прогностических байесовских сетей доверия началось совсем недавно. На основе байесовских сетей доверия можно получить взаимосвязи между переменными, которые влияют на осуществление медицинского прогноза, что позволяет использовать эту модель для целей медицинского прогнозирования [18]. Среди известных

примеров построения прогностических байесовских сетей можно выделить решаемые задачи из областей инфекционных заболеваний [19] и онкологии [20]. На рис. 1 показана общая структурная схема прогностической байесовской сети.

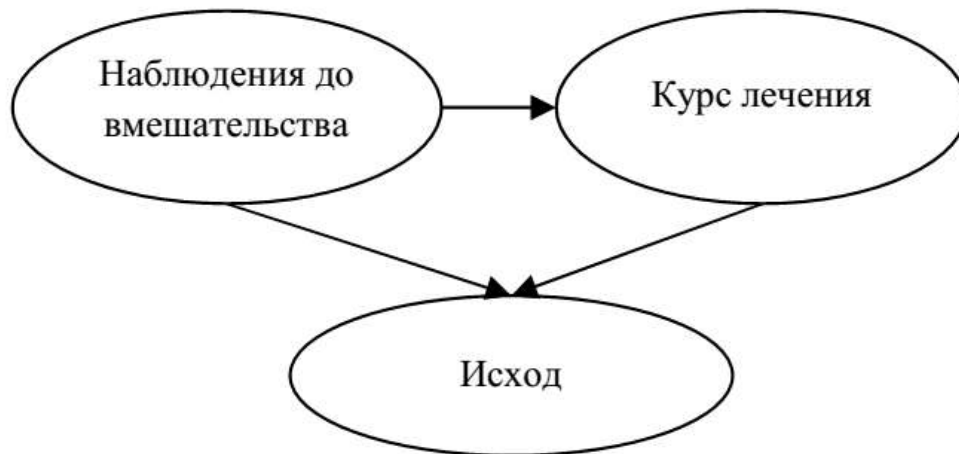


Рис. 1. Структура прогностической байесовской сети доверия

При решении задачи выбора курса лечения возникает необходимость в осуществлении прогноза для каждого альтернативного варианта медицинского вмешательства в жизни пациента. На основе аппарата байесовских сетей доверия не предоставляется возможным непосредственное принятие решений о выборе курса лечения среди определенного ряда возможных вариантов, однако результат использования такого аппарата можно использовать как составляющую целого прогноза, который базируется на методах теории принятия решений.

Можно также расширить байесовскую сеть доверия путем включения в структуру сети информации о решениях и предпочтениях, например, применяя диаграммы влияний [21]. На рис. 2 показана общая структура диаграммы влияний.

Автоматизация процесса поддержки принятия решений на основе БСД при оказании медицинской помощи работникам газовой промыш-

ленности способствует повышению безопасности пациентов при медицинских вмешательствах в их жизнь. Именно влияние человеческого фактора при работе с пациентами может косвенным образом негативно сказываться на здоровье пациента, нерациональном использовании экономических и человеческих ресурсов и приводить к значительному экономическому ущербу. Помимо медицинских систем диагностики и прогноза, байесовские сети доверия применимы при построения моделей распространения заболеваний.

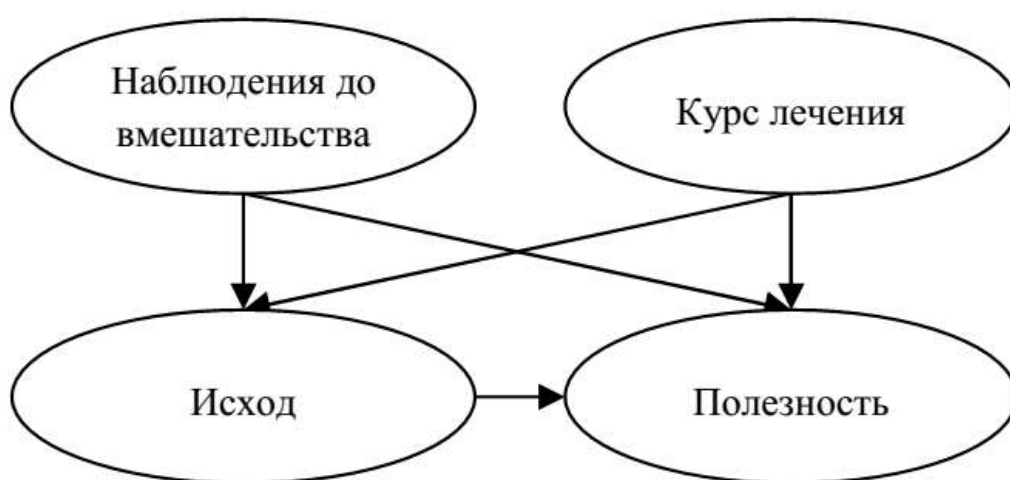


Рис. 2. Структура прогностической БСД при выборе курса лечения

Таким образом, в работе проанализированы возможности решения задачи оценки медицинских рисков и построения систем поддержки принятия решений на различных этапах при лечении работников газовой промышленности. Применение теории байесовских сетей доверия для целей построения диагностических систем поддержки принятия решений и оценки рисков при медицинской диагностике работников газовой промышленности открывает большие пути реализации моделей данных систем и наделяет их значительными перспективами.

Список использованных источников

1. Денисов Э.И. Профессионально обусловленная заболеваемость и ее доказательность / Э.И. Денисов, П.В. Чесалин // Медицина труда и промэкология. 2007. № 10. С. 1-9.
2. Профессиональный риск для здоровья работников: [руководство] / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. М.: Тровант, 2003. 448 с.
3. Bogardus S.T., Holmboe E., Jekel J.F. Perils, Pitfalls, and Possibilities in Talking About Medical Risk // JAMA. 1999. 281 (11). P. 1037-1041.
4. Страхование / под ред. Г.В. Черновой. М.: ООО «Издательство Проспект», 2007. 426 с.
5. Mohr J., Batalden P., Darach P. Integrating patient safety into the clinical microsystem // Qual Saf Health Care. 2004. № 13 (Suppl 2). P. ii34-ii38.
6. Voxwala A.A., Dierks M., Keenan M., Jackson S., Hanscom R., Bates D.W., Sato L. Organization and Representation of Patient Safety Data: Current Status and Issues around Generalizability and Scalability // J. Am. Med. Inform. Assoc. 2004. 11 (6). P. 468-478.
7. Тулупьев А. Л., Николенко С. И., Сироткин А. В. Байесовские сети: логико-вероятностный подход. СПб.: Наука, 2006. 607 с.
8. Фильченков А.А. Меры истинности и вероятностные графические модели для представления знаний с неопределенностью // Труды СПИИРАН. 2012. № 4. С. 254-295.
9. Lucas P., van der Gaag L., Abu-Hanna A. Bayesian networks in biomedicine and healthcare // Artificial Intelligence in Medicine. 2004. № 30. P. 201-214.
10. Kononenko I. Inductive and Bayesian Learning in Medical Diagnosis // Applied Artificial Intelligence: An International Journal. 1993. V. 7. № 4. P. 317-337.
11. Bellazzi R., Zupanb B. Predictive data mining in clinical medicine: Current issues and guidelines // International Journal of Medical Informatics. 2008. V. 77. № 2. P. 81-97.

12. Onisko A., Druzdzel M.J., Wasyluk H.A Probabilistic Causal Model for Diagnosis of Liver Disorders // In Proceedings of the Seventh International Symposium on Intelligent Information Systems (IIS-98). 1998.
13. Díez F.J., Miraa J., Iturraldeb E., Zubillagac S. DIAVAL, a Bayesian expert system for echocardiography // Artificial Intelligence in Medicine. 1997. V. 10. № 1. P. 59-73.
14. Lacave C., Diez F.J. Knowledge Acquisition in PROSTANET – A Bayesian network for diagnosis prostate cancer // Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems. Lecture Notes in Computer Science. 2003. V. 2774. P. 1345-1350.
15. Chattopadhyay S., Davis R.M., Menezes D.D., Singh G., Acharya R.U., Tamura T. Application of Bayesian Classifier for the Diagnosis of Dental Pain // J. Med. Syst. 2012. № 36. P. 1425-1439.
16. Heckerman D. Probabilistic similarity networks // Networks. 1990. № 20. P. 607-636.
17. Abu-Hanna A., Lucas P. J F. Prognostic Methods in Medicine // Proceedings of Computational Engineering in Systems Applications 1998 (IMACS-IEEE, UCIS, Lille). 1998.
18. Andreassen S., Riekehr C., Kristensen B., Schønheyder H.C., Leibovici L. Using probabilistic and decisiontheoretic methods in treatment and prognosis modeling // ArtifIntell Med. 1999. № 15. P. 121-134.
19. Lucas P.J.F, Boot H, Taal B.G. Computer-based decision-support in the management of primary gastric non-Hodgkin lymphoma // Meth. Inform. Med. 1998. № 37. P. 206-219.
20. Shachter R.D. Evaluating influence diagrams // Oper. Res. 1986. № 34 (6). P. 871-882.
21. Getoor L., Rhee J.T., Koller D., Small P. Understanding tuberculosis epidemiology using structured statistical models // Artificial Intelligence in Medicine. 2004. 30. P. 233-256.