

С. В. Жернаков, Ю. О. Уразбахтина, Е. С. Хрусталева

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИКИ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГЕНЕЗА И СИНТЕЗ ПРИЗНАКОВОГО ПРОСТРАНСТВА

Сохранение профессионального здоровья является одним из приоритетных направлений государственной политики. Своевременное выявление людей, склонных к профессиональным заболеваниям органов слуха, возможно при использовании высокоэффективных средств прогнозирования и ранней диагностики заболеваний, вызываемых вредным воздействием ряда факторов на основе внедрения современных информационных технологий. *Медицинская диагностика; информативные признаки; дискриминантный анализ*

Среди различных контингентов населения состояние здоровья работников нефтеперерабатывающих производств занимает одну из важных позиций, так как нефтеперерабатывающая промышленность является одной из ведущих отраслей экономики. Сохранение профессионального здоровья является одним из приоритетных направлений государственной политики.

Проводимые в России периодические медицинские осмотры (ПМО) трудоспособного населения, подвергающегося воздействию опасных и вредных факторов рабочей среды, целью которых является выявление начальных признаков профессиональных заболеваний, не обеспечивают своевременной диагностики профессиональной патологии, что способствует развитию стойкой утраты трудоспособности среди данных контингентов.

При предварительных медицинских осмотрах допускаются серьезные ошибки в определении профессиональной пригодности. При периодических медицинских осмотрах далеко не всегда выявляются и фиксируются ранние признаки профессионального и общего заболеваний.

Неэффективность существующей системы проведения ПМО доказана многочисленными научными исследованиями, в соответствии с которыми основными недостатками ее являются:

- низкая результативность медицинского освидетельствования, что подтверждается выявлением около половины случаев профессиональных заболеваний при обращении работников, а не при проведении ПМО;
- невыявление производственно-обусловленных заболеваний при ПМО;

- трудности обеспечения высокого качества ПМО, связанные с несоответствием материально-технической базы медицинских учреждений диагностике ранних признаков профессиональных заболеваний;

- недостаточность профессиональной подготовки в области медицины труда специалистов, принимающих участие в ПМО, и врачей общих клинических профилей;

- строгое следование списку профессиональных заболеваний при установлении соответствующих диагнозов, что затрудняет выявление влияния вредных факторов и др. [1].

Повысить качество оказания медицинских услуг населению, занятому в нефтеперерабатывающем производстве, можно совершенствуя систему управления учреждениями здравоохранения, работающими с этим контингентом трудящихся. Специалисты, решающие задачи повышения качества оказания медицинских услуг, одной из важных составляющих в общем процессе совершенствования методов управления лечебно-диагностическим процессом называют эффективное прогнозирование и раннюю диагностику заболеваний, вызываемых профессиональной деятельностью, в частности работой на НПЗ.

Характерной особенностью задач прогнозирования и ранней диагностики выбранного класса заболеваний является то, что собираемая службами здравоохранения информация позволяет в основном анализировать уже имеющиеся заболевания, тогда как во многих случаях условия трудовой деятельности могут формировать предпосылки к возникновению и развитию той или иной патологии. Своевременное выявление людей, склонных к профессиональным заболеваниям, связанным с работой на НПЗ, и имеющих донозологические формы заболеваний, позволит формировать рациональные схемы орга-

низации лечебно-оздоровительных мероприятий, улучшив качество медицинского обслуживания населения, занятого в нефтеперерабатывающей промышленности.

По данным Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека, у работников нефтяной промышленности Республики Башкортостан выявлена нейросенсорная тугоухость (НСТ) у 30% обследованных. При диагностике НСТ накапливается большое количество нерешенных вопросов в отношении ранней диагностики, экспертизы связи заболевания с профессией и профилактики негативных последствий шумового воздействия на работников основных профессий.

С учетом сказанного, актуальность работы определяется необходимостью разработки и внедрения в практическое здравоохранение высокоэффективных средств прогнозирования и ранней диагностики заболеваний слухового аппарата, вызываемых вредным воздействием ряда факторов, на основе внедрения современных методов управления и информационных технологий, что позволит повысить качество оказания медицинских услуг населению, занятому в нефтяной промышленности.

Начальным этапом проектирования системы поддержки принятия решений врача-оториноларинголога является построение системы моделей процесса прохождения периодического медицинского осмотра, что позволяет выявить и объединить с методологически обоснованных позиций различные аспекты сущности этого процесса.

Нами предлагается процесс диагностики профессиональной НСТ представить последовательностью причинно-обусловленных событий:

- направление работника предприятия на периодический медицинский осмотр в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 83 от 16.08.2004 г.;

- первичный осмотр, сбор анамнеза;
- постановка предварительного диагноза;
- определение инструментальных методов исследования и их проведение;
- установка окончательного диагноза;
- принятие решения о профессиональной пригодности работника.

После принятия решения о профессиональной пригодности работник может быть направлен на медико-социальную экспертную комиссию (МСЭК).

При невыявлении НСТ рассчитывается риск возникновения профессионального заболевания

и выдаются рекомендации по изменению условий труда для уменьшения риска развития НСТ.

В качестве структурной модели процесса прохождения ПМО предложен системный граф (рис. 1), отражающий основные элементы этого процесса и их взаимодействие.

Применение данного системного графа позволяет формализовать процедуру прохождения ПМО и принятия решения о профессиональной пригодности работника.

Основным элементом данной системы является подсистема поддержки принятия решений врача-оториноларинголога профпатолога.

С математической точки зрения сложность решения задач прогнозирования и ранней диагностики заболеваний определяется тем, что используемые информативные признаки носят неполный, нечеткий и разнотипный характер с нечеткой структурой классов, что требует специальных подходов к синтезу соответствующих решающих правил.

В связи с этим возникает необходимость выделения наиболее информативных методов исследования данного заболевания и диагностических признаков.

Для целенаправленного отбора статистической информации необходимо исключить параметрическую избыточность и провести оптимальный выбор признаков пространства.

Для выделения наиболее информативных методов оценки состояния пациента был применен метод ранжирования, который позволяет объективно оценить субъективное мнение специалистов (экспертов) и, в отличие от других методов отсеивающего эксперимента, не требует постановки опытов на объектах (пациентах).

Для реализации метода ранжирования была сформирована группа из 5 экспертов, имеющих большой практический и научный опыт в области оториноларингологии. Эксперты оценивали информацию не только субъективно, но и с использованием имеющейся априорной информации (медицинская литература, научные исследования, методические рекомендации и др.).

Согласно [2] и результатам голосования экспертов, комплексная оценка состояния органа слуха пациента должна проводиться с использованием следующих методов диагностики: отоскопия, ринофарингоскопия, офтальмологическое исследование, импедансометрия, аудиометрия, медико-генетическое консультирование, исследование шепотной речью, исследование разговорной речью, камертональное исследование, исследование иммунного статуса организма, исследование крови на холестерин.

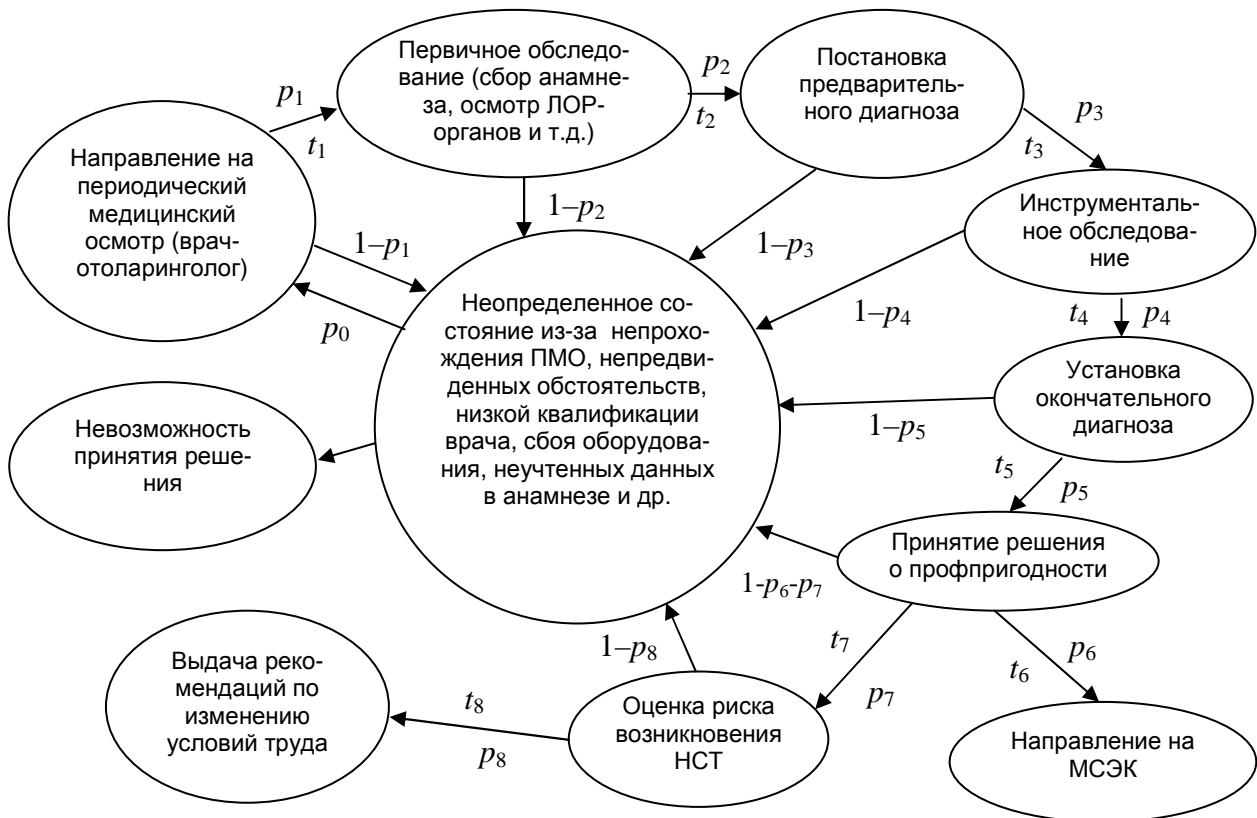


Рис. 1. Системный граф процесса диагностики НСТ при ПМО
(p – вероятности переходов между состояниями, t – время перехода)

Для каждого метода диагностики были получены коэффициенты весомости согласно мнениям экспертов. Была проведена оценка согласованности мнений экспертов, и показано, что мнения экспертов являются согласованными.

При анализе коэффициентов весомости и коэффициентов вариации установлено, что наиболее значимыми при постановке диагноза будут являться методы аудиометрии и исследования шепотной речью.

Экспертами было отмечено, что общим для всех групп рабочих «шумовых» профессий является относительно раннее снижение слуховой чувствительности в области восприятия высоких звуковых частот 4000 и 8000 Гц. В области речевых частот (125, 250, 500, 1000 и 2000 Гц) снижение слуха обычно развивается медленно. Ранние изменения в слуховой функции можно выявить только с помощью аудиометрии. При аудиометрии проводится измерение слуховой чувствительности на частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц для правого и левого уха, учитывая костную и воздушную проводимость. Поэтому экспертами было предложено проанализировать количество измеряемых параметров при проведении аудиометрии и обосновать возможность сокращения их числа.

При диагностике НСТ профессионального генеза необходимо проверять параллельность кривых костной и воздушной проводимости на аудиограмме. Если они не параллельны, то диагноз нейросенсорная тугоухость не подтверждается, т. е. этот случай нас не интересует. Таким образом, для построения решающих правил можно использовать значения либо костной, либо воздушной проводимости и проверять параллельность этих кривых.

Для проверки возможности дальнейшего сокращения количества информативных признаков был применен метод дискриминантного анализа.

Дискриминантный анализ является разделом многомерного статистического анализа, который позволяет изучать различия между двумя и более группами объектов по нескольким переменным одновременно [3].

Результаты настоящего исследования основаны на данных комплексного обследования 159 пациентов Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека, у которых в результате комплексного клинико-анамнестического и инструментально-лабораторного обследования присутствовали данные о наличии нейросенсорной тугоухости.

Данные были разбиты на две выборки: обучающая (84 пациента) и контрольная (75 пациентов).

В качестве информативных признаков были выбраны величины потерь слуха в дБ, значения которых получают при аудиометрии, порог восприятия шепотной речи, а также были включены такие параметры, как возраст и стаж работы пациентов, которые необходимо учитывать при постановке диагноза профессиональной НСТ. Всего было отобрано 17 признаков: значения аудиометрии левого и правого уха на частотах 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц; возраст пациента; стаж работы; порог восприятия шепотной речи.

При проведении дискриминантного анализа по всем информативным признакам была достигнута достоверность постановки диагноза для обучающей выборки – 84,5%, а для контрольной выборки – 81,3%. Распределение пациентов по предсказанным группам представлено в табл. 1.

Таблица 1
Результаты дискриминантного анализа

Выборка	Группа	Предсказанная группа				Итого
		0	1	2	3	
Обучающая	0	27	4	0	0	31
	1	3	20	1	0	24
	2	0	1	13	2	16
	3	0	0	2	11	13
	%, 0	87,1	12,9	0,0	0,0	100
	%, 1	12,5	83,3	4,2	0,0	100
	%, 2	0,0	6,3	81,3	12,5	100
%, 3	0,0	0,0	15,4	84,6	100	
Контрольная	0	23	11	0	0	34
	1	0	15	1	0	16
	2	0	1	13	1	15
	3	0	0	0	10	10
	%, 0	67,6	32,4	0,0	0,0	100
	%, 1	0,0	93,8	6,3	0,0	100
	%, 2	0,0	6,7	86,7	6,7	100
%, 3	0,0	0,0	0,0	100	100	

С целью изучения возможности сокращения информативного пространства было предложено на каждом этапе экспериментальных исследований исключать некоторые информативные признаки.

Изменение уровня достоверности поставленного диагноза при последовательном исклю-

чении информативных признаков представлено на рис. 2.

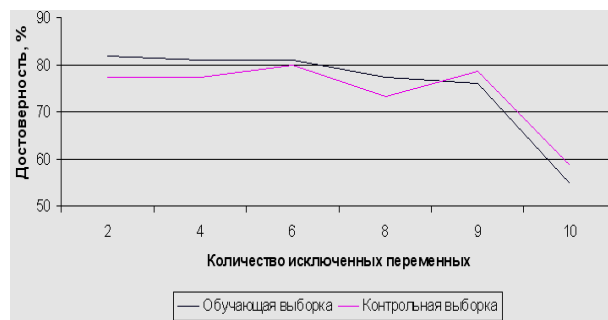


Рис. 2. Достоверность постановки диагноза при изменении количества исключенных переменных

Заявленная в различных публикациях эффективность диагностических систем изменяется в широких пределах, в основном от 56% до 90% правильных диагнозов. Авторами не найдено точного значения требуемой эффективности диагностической системы, при котором эта система может быть использована при проведении диагностики.

При проведении исследования установлено, что при исключении 2, 4 или 6 информативных признаков достоверность постановки диагноза практически не изменяется, а при исключении большего количества признаков достоверность снижается.

Кроме того, в [2] указано, что с увеличением стажа работы в профессии наибольшее снижение слуха остается преимущественно в области восприятия звуковых частот 4000 и 8000 Гц, в меньшей степени снижается слуховая чувствительность на 2000, 1000 и 500 Гц, и небольшое снижение слуха отмечается на звуковых частотах 125 и 250 Гц.

С учетом вышеизложенного предлагается использовать в качестве информативных признаков для диагностики НСТ следующие 11 показателей: значения аудиометрии левого и правого уха на частотах 125, 250, 1000, 4000 Гц; возраст пациента; стаж работы; порог восприятия шепотной речи.

После анализа полученных данных был произведен дискриминантный анализ с вышеотмеченными 11 переменными, обладающими наибольшими дискриминантными способностями в определении НСТ. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Достоверность постановки диагноза составила для обучающей выборки – 77,4%, а для контрольной выборки – 78,7%.

По сравнению с результатами анализа, произведенного по всем информативным призна-

кам, достоверность постановки диагноза снизилась для обучающей выборки на 7,1%, а для контрольной – на 2,6%. При небольшом, с точки зрения медицинской статистики, снижении достоверности получен оптимальный набор информативных признаков для диагностики степени нейросенсорной тугоухости.

Таблица 2

Результаты дискриминантного анализа по отобранным переменным

Выборка	Группа	Предсказанная группа				Итого
		0	1	2	3	
Обучающая	0	24	7	0	0	31
	1	6	16	2	0	24
	2	0	0	14	2	16
	3	0	0	2	11	13
	%, 0	77,4	22,6	0,0	0,0	100
	%, 1	25,0	66,7	8,3	0,0	100
	%, 2	0,0	0,0	87,5	12,5	100
	%, 3	0,0	0,0	15,4	84,6	100
Контрольная	0	34	0	0	0	34
	1	13	3	0	0	16
	2	0	3	12	0	15
	3	0	0	0	10	10
	%, 0	100	0,0	0,0	0,0	100
	%, 1	81,3	18,8	0,0	0,0	100
	%, 2	0,0	20,0	80,0	0,0	100
	%, 3	0,0	0,0	0,0	100	100

Для минимизации ошибок отнесения пациентов к различным группам и увеличения достоверности постановки диагноза авторами предлагается использовать аппарат нечеткой логики и синтезировать решающие правила для решения задач прогнозирования и ранней диагностики профессиональных заболеваний, отличающиеся тем, что получаемые классификаци-

онные правила учитывают различные по природе внешние и внутренние факторы, время их воздействия, индивидуальные свойства организма, позволяя повысить качество принятия решений в задачах диагностики профессиональной НСТ при неполном и нечетком представлении исходной информации о границах разделяемых классов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколова Л. А., Теддер Ю. Р. Основные направления оптимизации проведения периодических медицинских осмотров трудоспособного населения и диагностики профессиональных заболеваний // Экология человека. 2008. № 11. С. 9 – 14
2. Профессиональная нейросенсорная тугоухость: методические рекомендации для врачей / Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека. Уфа, 1999.
3. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / Дж.-О. Ким [и др.]. М.: Финансы и статистика, 1989. 215 с.

ОБ АВТОРАХ

Жернаков Сергей Владимирович, зав. каф. информат.-измерит. техники. Дипл. инженер по промышл. электронике (УГАТУ, 1984). Д-р техн. наук по системн. анализу, управлению и обработке информации (УГАТУ, 2005). Иссл. в обл. интеллектуальных систем.

Уразбахтина Юлия Олеговна, доц. той же каф. Дипл. инженер-элект. по авиац. приборам и изм.-вычислит. комплексам (УГАТУ, 1993). Канд. техн. наук по инф.-измерительн. и упр. системам (УГАТУ, 1996). Иссл. в обл. системн. анализа, управления и обработки информации в медицине.

Хрусталева Екатерина Сергеевна, асп. той же каф. Дипл. инженер по инженерному делу в медико-биологической практике (УГАТУ, 2008). Иссл. в обл. системн. анализа, управления и обработки информации в медицине.