

Э.И. Денисов<sup>1</sup>, Л.В. Прокопенко<sup>1</sup>, И.В. Степанян<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» Российской академии медицинских наук, Москва

<sup>2</sup> ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва

## Управление профессиональными рисками: прогнозирование, каузация и биоинформационные технологии\*

*В статье изложена методология управления профессиональными рисками на основе прогнозирования вероятности нарушений здоровья и их каузации (установления связи с работой). Она основана на Трудовом кодексе РФ и включает принципы, методы и критерии для управления рисками и информирования о рисках. Методология реализована биоинформационными технологиями как экспертно-аналитическая система в виде интерактивного справочника «Оценка профессионального риска» в Интернете для практического применения в целях профилактики. Ключевые слова: профессиональный риск, медицина труда, прогнозирование, каузация, когнитивная наука, биоинформационные технологии, профилактика.*

### Актуальность проблемы и постановка задачи

В гигиене труда многие годы господствовала парадигма, основанная на предельно допустимой концентрации (ПДК) и предельно допустимом уровне (ПДУ), в предположении обязательности и возможности их соблюдения, что должно гарантировать сохранение здоровья работников. Действительно, ПДК и ПДУ являются основой гигиенической безопасности, но они не всегда соблюдаются, и возникает необходимость оценить последствия их превышения и выбрать тактику профилактики. Решение этих задач потребовало новых теорий, среди которых — оценка и управления риском, интенсивно развивающаяся в последние годы [1–4]. Это предопределило *сдвиг парадигмы* к методологии оценки профессионального риска в медицине труда [2, 5].

В структуре научных революций подчеркивают приоритет парадигм того или иного научного сообщества как «ряд повторяющихся и типичных (quasi-standard) иллюстраций различных теорий в их концептуальном, исследовательском и инструментальном применении... Нормальная наука может быть детерминирована хотя бы частично непосредственным изучением парадигм» [6]. Но возникает вопрос: состоялся ли сдвиг парадигмы в части и управления рисками? Имеются работы лишь с эмпирическим подходом [7] или происходит рассмотрение философских аспектов [8].

Цель медицины труда — сохранение и укрепление здоровья работников, обеспечение здоровья их будущего потомства как трудового, оборонного и интеллектуального потенциала страны [2]. Она реализуется в рамках инновационной социально-ориентированной модели развития России.

\* Подготовлено по материалам доклада на Бюро отделения профилактической медицины РАМН 11 мая 2011 г.

E.I. Denisov, L.V. Prokopenko, I.V. Stepanian

<sup>1</sup>Scientific-research Institute of labour medicine of Russian Academy of Medical Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Institute of engineering science named after A.A. Blagonravov, Moscow

### Occupational risk management: prognosis, causation and bioinformational technologies

*Methodology of occupational risk management is outlined based on workers' health disorders forecast and causation (work-relatedness assessment). It originates from Labour Code of Russian Federation prescriptions and includes principles, methods and criteria of risk management and risk communication. The methodology is realized by means of bioinformational technologies as expert and analytical system in the form of interactive Web-based directory «Occupational risk assessment» for practical use for occupational risk prevention.*

**Key words:** occupational risk, occupational health, forecast, causation, cognitive science, bioinformational technologies, prophylaxis.

В связи со вступлением России в ВТО (Всемирная торговая организация) для становления инновационной экономики как экономики знаний, основанной на здоровье и умственных качествах работника, необходима перестройка инфраструктуры гигиены труда с внедрением новых концепций, методов работы и практических инструментов. Например, Глобальный план действий ВОЗ по охране здоровья работающих на 2008–2017 гг. ставит задачу разработки политических инструментов сохранения и укрепления здоровья на рабочем месте, улучшения эффективности работы и доступности служб медицины, а также внедрения доказательных данных в профилактические действия [9].

Концепция развития системы здравоохранения в Российской Федерации до 2020 г. предусматривает «обеспечение безопасных и комфортных условий труда, базирующихся на гигиенических критериях оценки профессионального риска вреда здоровью работников». В 2011 г. в Трудовой кодекс РФ (ТК РФ) внесены определения терминов «Профессиональный риск» (ПР) и «Управление профессиональными рисками» (УПР). ПР определен как «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов», а УПР — как «комплекс взаимосвязанных мероприятий, включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессионального риска». Однако последнее определение требует научного анализа и развития с позиций теории оптимального управления по академику Л.С. Понtryгину [10] с учетом специфики медицины труда.

В теории рисков выделяют 3 этапа анализа риска: оценку риска, управление риском и информирование о рисках [2–4, 8]. Поскольку вопросы оценки риска разработаны детально [2, 5], в данном сообщении будут рассмотрены вопросы управления и информирования. Строго говоря, ниже рассматриваются вопросы *риско-менеджмента* (risk management) как теоретические и методические аспекты (принципы, инфраструктура, алгоритмы), что, согласно ГОСТ Р ИСО 31000-2010 [1], шире, чем *управление рисками* (managing risk) как реализация первых для решения конкретных задач, например, в виде интерактивного справочника-директория, описанного ниже. Тем не менее, мы будем придерживаться терминологии ТК РФ.

В связи с вышесказанным, актуально обобщение накопленных научных разработок [11–14] для системного решения научно-методических вопросов УПР на основе методологии ПР, разработанной под руководством академика РАМН Н.Ф. Измерова [2, 5], с учетом мировых научных трендов, документов ВОЗ, МОТ и мирового опыта [9, 15–17].

### Мировые научные тренды и их потенциал для медицины труда

В последние десятилетия прошел ряд волн ускорения научно-технического прогресса: с 1980-х гг. — революция в области информационных технологий, затем биотехнологическая революция, недавно началась революция нанотехнологий, а в последнее десятилетие — бурный прогресс когнитивной науки, который расценивают как начало научной революции [18].

В мировой науке сформировалась новая детерминанта развития — конвергенция технологий (англ. *convergence* — схождение в одной точке). Особенно значимо взаимо-

влияние информационных технологий, био-, нанотехнологий и когнитивной науки. Это явление получило название НБИК(NBIC)-конвергенции — по первым буквам областей: Н(N) — нано; Б(В) — био; И(И) — инфо; К(С) — когно.

Термин введен отчетом [19] по заказу Национального фонда науки США и Всемирного центра оценки технологий. В НБИК-конвергенции можно говорить о частичном слиянии этих областей в единую научно-технологическую область знания под лозунгом «Сочетание технологий для улучшения возможностей человека». В.И. Вернадский еще в 1930-х гг. отмечал, что «биосфера перерабатывается научной мыслью социального человека в ноосферу» [20].

Для медицинской науки и здравоохранения НБИК-конвергенция может служить важным инструментом реализации идеи трансгуманизма — мировоззрения, основанного на осмыслении достижений и перспектив науки, которое признает возможность и желательность фундаментальных изменений в положении человека с помощью передовых технологий с целью ликвидировать страдания, старение человека и смерть и значительно усилить его физические, умственные и психологические возможности.

Термин «трансгуманизм» имеет давние истоки. Впервые слово «transhumane» использовал Данте Алигьери в «Божественной комедии». Идеи трансгуманизма претерпевали эволюцию [21]; ныне апологетами этого направления являются философ Макс Мор, биолог Джулиан Хаксли, футуролог и системный геронтолог Д.А. Медведев и др. Идеи трансгуманизма развиваются, несмотря на ряд философских и этических проблем [22].

Ученые и специалисты (биологи, генетики, врачи, кибернетики, философы и др.) говорят о методах усовершенствования человека (человек = робот?) и ставят вопрос о переходе от естественной эволюции к эволюции, управляемой интеллектуально, в т.ч. на основе НБИК-конвергенции. Идеи трансгуманизма применительно к задачам медицины труда конвертируются от успешности в обществе и преодоления старения к повышению продуктивности человека и продлению трудового долголетия. В этом отношении перспективна когнитивная наука, т.е. наука об интеллекте — сплав психофизики, когнитивной психологии, нейробиологии, исследований в сфере искусственного интеллекта, математической логики, лингвистики, философии и неврологии. Одна из ее целей — выявить скрытые резервы человеческого мозга, повысить продуктивность интеллектуального труда [18, 19, 21].

### Научно-методические основы профессиональных рисков и управления профессиональными рисками

Научные основы оценки ПР хорошо разработаны и отражены в ряде публикаций [2, 5]; методическими основами являются документы, утвержденные Роспотребнадзором:

- руководство Р 2.2.2006-05 — априорная гигиеническая оценка ПР по данным аттестации рабочих мест (АРМ) по условиям труда;
- руководство Р 2.2.1766-03 — апостериорная медико-биологическая оценка ПР по данным периодических медосмотров (ПМО).

Для построения современной системы УПР необходимо было решить 2 задачи:

- прогнозирование нарушений здоровья от действия профессиональных факторов риска по данным АРМ на популяционном уровне (гигиеническая задача);
- каузация, т.е. установление связи с работой выявленных при ПМО нарушений здоровья у конкретного работника (клиническая задача).

Для этого при междисциплинарном подходе был решен ряд теоретических и методических вопросов, и были разработаны компьютерные программы, описанные ниже. Обобщенная схема методологии управления профессиональными рисками приведена на рис. 1.

Научное прогнозирование основано на моделировании. В медицине труда важно определение парадигмы как системы медико-социальных ценностей и этических норм, а также анализ особенностей влияния вредного фактора и патогенеза болезни [12].

Научной основой прогнозирования и каузации являются разработанные нами принципы доказательности в медицине труда; они основаны на современных медико-социальных концепциях (доказательная медицина, конфликтующие принципы предосторожности и социального партнерства), а также на теории клинических решений и логико-математических методах [9].

Принципы прогнозирования вероятности нарушений здоровья от вредных факторов труда включают адекватность (модель должна отражать этиопатогенетические особенности формирования нарушений здоровья), доказательность (использование данных, отвечающих

требованиям доказательной медицины) [23] и социальную значимость (модель должна оценивать нарушения здоровья с учетом принципов этики и быть пригодной для медико-правовых целей).

Разработан методический аппарат УПР (табл. 1), в том числе его принципы:

- ограничение экспозиции вредных факторов с учетом структуры и степени риска;
- цель защиты временем — сохранение здоровья и продление трудового долголетия;
- оценка риска и прогнозирование — с учетом групповых и индивидуальных факторов;
- использование доказательных данных;
- в этическом плане цель — сохранение и укрепление здоровья работника и его будущего потомства, социальное благополучие и удовлетворенность трудом.

Принципы информирования о профессиональных рисках таковы:

- информация должна быть публичной, оперативно доступной для дистанционного консультирования всех заинтересованных лиц, изложена в простой популярной форме и востребоваться по индивидуальному запросу с сохранением норм конфиденциальности;
- информация должна быть достоверной, научно-обоснованной, отвечающей требованиям доказательной медицины, отражать наилучшие из имеющихся данных с учетом реальных и потенциальных рисков при соблюдении принципа предосторожности;

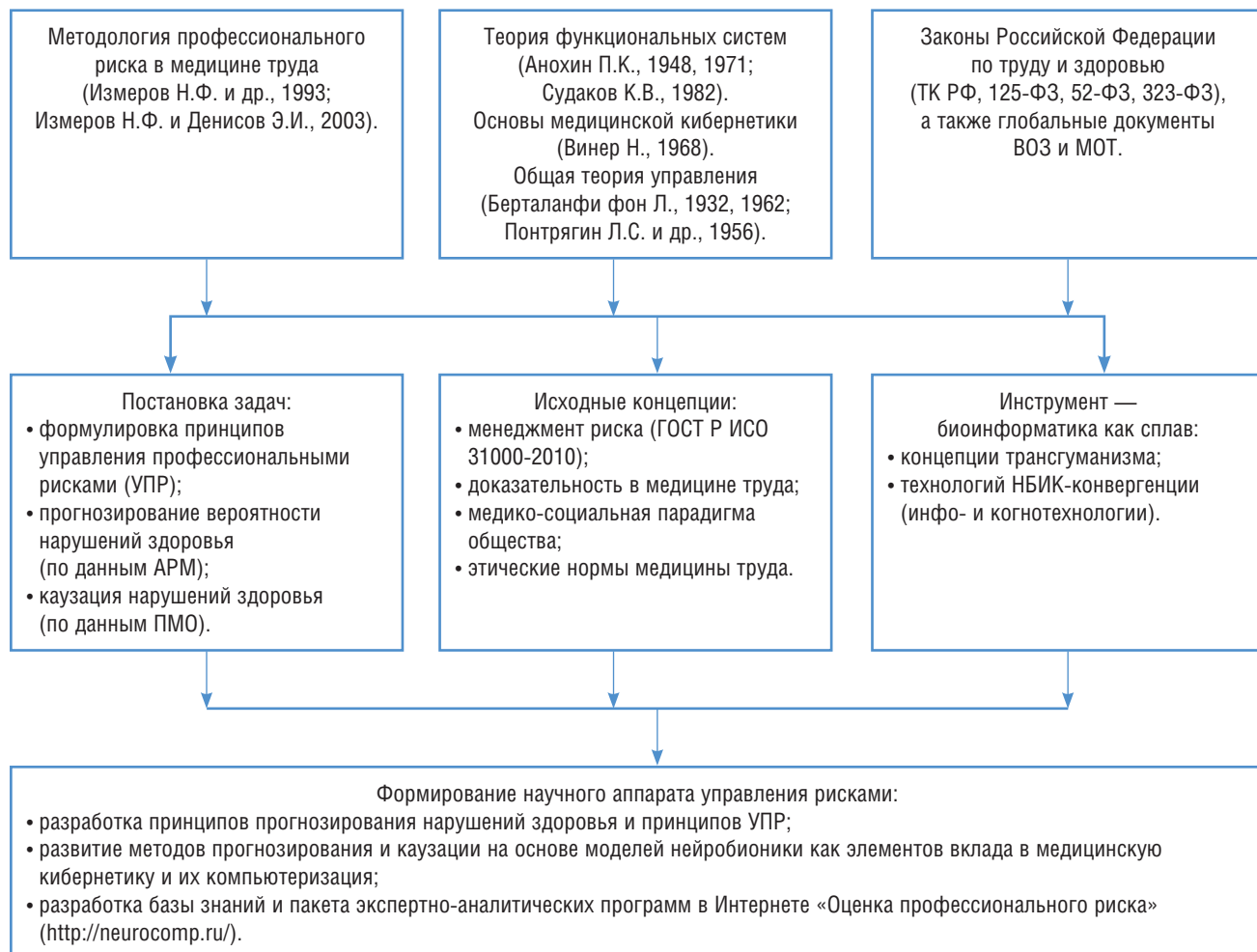


Рис. 1. Методология управления профессиональными рисками.

Таблица 1. Принципы, методы и критерии управления профессиональными рисками

Показатель	Характеристика показателя	Основание, источник
Правовая основа	Обязанность работодателей обеспечивать безопасные условия труда и информировать работников о существующем риске повреждения здоровья	ТК РФ и федеральные законы 52-ФЗ, 125-ФЗ, 323-ФЗ
	Определение терминов: • профессиональный риск, • управление профессиональными рисками	ТК РФ (статья 209)
Принципы	Принципы доказательности в медицине труда	[23]
	Принципы прогнозирования в медицине труда	[12]
	Принципы управления профессиональными рисками	См. выше в тексте
	Принципы информирования о профессиональных рисках	ТК РФ (статья 212)
Методы	Методы прогнозирования нарушений здоровья по данным АРМ для основных неблагоприятных факторов условий труда	Модели по стандартам ИСО, ГОСТам, данные литературы [2]
	Методы каузации нарушений здоровья, выявляемых по данным ПМО	[23–26]
	Методы управления дозами факторов условий труда с учетом типов их взаимодействий (ВОЗ, 1981) и оптимизацией комплексов мер профилактики	Справочник-директорий «Оценка профессионального риска» ( <a href="http://neurocomp.ru">http://neurocomp.ru</a> )
Критерии	Критерии отбора моделей и показателей клинических исходов (Акайке, Шварца, кросс-валидация, кластерный анализ и др.)	[27 и др.]
	Защита личных данных работников	Руководство МОТ [16]
	Этические нормы проведения ПМО и нормы медицины труда	[17, 22]

54

- информация не должна создавать дискриминации, приносить вред, нарушать права и законные интересы работников, должна отвечать этическим нормам и принципам корпоративной ответственности и социальной справедливости.

### Биоинформационные технологии для медицины труда

Медицина труда не только оценивает вредность для здоровья работников nano-, био- и инфотехнологий, но развивает и применяет их и когнонауку для решения своих задач. В связи с перспективой интеллектуализации труда были оценены возможности биоинформационных (в широком смысле) технологий и когнитивных наук для решения конкретных гигиенических и клинических задач.

Совместными исследованиями НИИ медицины труда РАМН и Института машиноведения РАН разрабатываются методические основы и биоинформационные технологии УПР. Эти работы проводятся в рамках медицинской кибернетики — научного направления, связанного с использованием идей, методов и средств кибернетики с целью помочь врачу увеличить его логические и творческие возможности. В качестве методологической основы УПР для здоровья человека-оператора выбрана теория функциональных систем П.К. Анохина [28]. На основе интеллектуальных нейронных систем разработаны когнитивные технологии для оценки влияния вредных производственных факторов. Ниже приведены основные итоги и перспективные разработки:

- сформулированы принципы УПР на основе прогнозирования и каузации нарушений здоровья работников с учетом требований доказательной медицины;

- систематизирована логика и архитектура построения моделей на основе дозоэффективных зависимостей для физических факторов с учетом специфики их действия;
- показано, что основа прогнозирования и каузации нарушений здоровья — правило переноса данных (соотнесение групповых и индивидуальных рисков), что заложено в алгоритм УПР;
- для оценки состояния функции дыхания с целью профилактики бронхолегочной патологии от аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПДФ) у шахтеров-угольщиков построены биоинформационные модели распознавания результатов акустической спирометрии; этот метод машинной диагностики апробирован в клинических условиях на 92 пациентах (достоверность диагностики 62–93%) и адаптирован для экспресс-анализа по закону № 353-ФЗ от 30.11.2011 о внесении изменений в ТК РФ об обязательных медосмотрах в начале, в течение и (или) в конце рабочего дня при подземных работах;
- проанализированы медико-биологические критерии моделирования зрительного анализатора для целей дистанционного управления в опасных производствах;
- проведен анализ специфических эффектов постоянного и импульсного шума и нейросетевая кластеризация шумового воздействия (данные потерь слуха, 240 и 262 рабочих-металлистов, соответственно);
- разработаны медико-биологические подходы к нейромпьютерному синтезу музыкальных секвенций в функциональной музыке для профилактики утомления и депрессивных состояний;
- предложены принципы оценки риска и нейросетевая технология распознавания врожденных пороков развития у детей с учетом материнских факторов риска и антропогенных нагрузок (792 и 885 человек

- с благоприятным и неблагоприятным исходом, соответственно);
- в связи с вышеперечисленным рассмотрены вопросы анализа молекулярно-генетического строения митохондриальной ДНК человека на основе нейросетевых моделей;
- с позиции биоинформатики обоснована перспективность медико-социальной реабилитации для восстановления зрительных, слуховых, когнитивных и двигательных функций методом нейропротезирования.

### Внедрение разработок

С учетом структуры профзаболеваемости (ПЗ) в России, по данным Роспотребнадзора и оценок глобального груза болезней (ВОЗ, 2002), выбраны модели прогнозирования вероятности ПЗ от действия шума, вибрации, АПФД, микроклимата, тяжести и напряженности труда и пр. Используются стандарты Международной организации по стандартизации, модели отечественных и зарубежных авторов [2]. На основе этих разработок НИИ МТ РАМН подготовлена серия изданий «Оценка профессионального риска»: 3 монографии, 2 руководства и 3 методических рекомендации, утвержденные Научным советом № 45 РАМН по медико-экологическим проблемам здоровья работающих.

Современным инструментом прогнозирования и каузации, а также УПР являются информационные технологии, объединяющие возможности компьютера и Интернета. При этом используются и интеллектуальные системы на основе нейронных сетевых моделей; эти работы находятся в рамках НБИК-конвергенции.

Результаты исследований внедрены для целей УПР на базе Интернет-технологий в виде библиотеки компьютерных программ и информационных материалов как банка знаний; зарубежных аналогов разработок не имеется. Разработки реализованы в электронном интерактивном директории-справочнике «Оценка профессионального риска» под редакцией акад. РАМН Н.Ф. Измерова и проф. Э.И. Денисова, разработка платформы и программ И.В. Степаняна (данные размещены в Интернете по адресу: <http://neurocomp.ru>). Справочник предназначен для прогнозирования вероятности нарушений здоровья от факторов условий труда по данным АРМ и каузации нарушений по данным ПМО и позволяет:

- рассчитывать индекс профессионального риска по данным АРМ;
- оценивать степень связи болезни с работой по данным ПМО,
- рассчитывать вероятность профзаболеваний от шума, вибрации, АПФД и др. и выбирать меры профилактики;
- оценивать связь болей внизу спины, варикозной болезни вен нижних конечностей и др. с работой и выбирать меры профилактики.

Справочник интерактивен и позволяет в режиме онлайн проводить расчеты с учетом уровня вредного фактора, пола, возраста и стажа работника. В приложениях приведены справочные материалы, включая меры профилактики.

Примером может служить программа оценки связи болей внизу спины с работой (подъем и перемещение грузов, наклоны и повороты, вибрация, удовлетворенность трудом). По показателю DALY (ВОЗ, 2002), боли внизу спины занимают первое место, составляя 37% в структуре профессиональных факторов риска, на

втором месте потери слуха от шума — 16%. Разработанные программы охватывают эти и другие факторы риска; на сегодня создано 7 программ, позволяющих оценивать 3/4 всего объема профпатологии.

Справочник создан специалистами НИИ МТ РАМН и ИМАШ РАН при участии МСЧ Магнитогорского металлургического комбината: использованы данные АРМ для 350 рабочих мест и материалы ПМО и углубленных обследований 432 рабочих. Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2009616940 от 11.09.2009 и № 2011610345 от 11.01.2011.

Справочник предназначен для дистанционного консультирования работодателей, работников, врачей МСЧ и ЛПУ, служб охраны труда, Роспотребнадзора, Рострудинспекции, ФСС РФ и др. Его можно использовать для социомониторинга и отраслевых ГОСТов по УПР, при проведении АРМ и ПМО, экспертизе связи заболеваний с профессией, экспертизе страховых случаев и в учебном процессе. Разработка является инновационным инструментом внедрения достижений науки в практику здравоохранения.

### Заключение

Перспективными для изучения проблемами являются профилактика болезней костно-мышечной системы (составляют 59% в структуре профзаболеваний в ЕС), прежде всего болей внизу спины, а также новой группы болезней, связанных с работой — психосоциальных (по прогнозу ВОЗ, к 2020 г. депрессия станет ведущим фактором нетрудоспособности). Также нарастает важность проблемы охраны репродуктивного здоровья работников. Накапливаются материалы для моделей их прогнозирования и каузации.

В свете Постановления Правительства России от 28 сентября 2009 г. № 761 «Об обеспечении гармонизации российских санитарно-эпидемиологических требований, ветеринарно-санитарных и фитосанитарных мер с международными стандартами» и приказа Минздравсоцразвития от 30 июля 2010 г. № 581н следует выделить ряд нерешенных вопросов.

- Необходимо принять международную терминологию по здоровью и безопасности на работе (МОТ, 1996), в частности термины «инцидент» и «опасное происшествие» как определяющие стресс и психосоциальные болезни, и новое определение термина «профессиональное заболевание» через факторы риска для реализации УПР.
- Необходимо правовое закрепление понятия «болезни, связанные с работой» («work-related diseases», ВОЗ, 1987) в дополнение к термину «профессиональные заболевания» и расширительной его трактовки, заложенной в перечне МОТ 2010 г.
- Целесообразна ратификация конвенции МОТ № 161 «О службах гигиены труда» и перестройка служб охраны труда в службы здоровья и безопасности. В Евросоюзе уже свыше 10 лет отдают приоритет здоровью, а не безопасности, т.к. расходы на лечение профзаболеваний уже превысили таковые от травм, и продолжают расти с темпом 1% в год.

Принятие этих предложений будет способствовать гармонизации отечественной системы охраны здоровья работников с международными стандартами, улучшению профилактики и социальной защиты работников.

## REFERENCES

- GOST R ISO 31000-2010 Risk-menedzhment. Principy i rukovodstvo.
- Professional'nyy risk dlya zdorov'ya rabotnikov (Ruk-vo) / pod red. N.F. Izmerova, 'E.I. Denisova. *M.: Trovant*. 2003. 448.
- American industrial hygiene association white paper on risk assessment and risk management. AIHA. 1997 / URL: [http://www.aiha.org/news-pubs/govtaffairs/Documents/whitepaper02\\_Risk.pdf](http://www.aiha.org/news-pubs/govtaffairs/Documents/whitepaper02_Risk.pdf) (28.03.2012).
- Risk assessment. Report of a Royal Society Study Group. *London: The Royal Society*. 1983. 187. (ISBN 0 85403 208 8).
- Izmerov N.F., Denisov 'E.I. Ocenka professional'nogo riska v medicine truda: principy, metody i kriterii. *Vestnik RAMN*. 2004; 2: 17–21.
- Kun T.S. Struktura nauchnykh revolyutsii / Per. s angl. I.Z. Naletova (T.S. Kuhn. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago. 1962; M.1975) / [Elektronnyi resurs] / URL: <http://psylib.org.ua/books/kunts01/index.htm> (data obrashcheniya: 20.01.2012).
- Izmerov N.F., Denisov 'E.I., Molodkina N.N. Osnovy upravleniya riskom uscherba zdorov'yu v medicine truda. *Medicina truda i promyshlennaya 'ekologiya*. 1998; 3: 1–5.
- Occupational health: Risk assessment and management / Ed. by S.S. Sadhra and K.G. Rampal. *Boston; Oxford: Blackwell Science Ltd*. 1999. 492.
- Denisov 'E.I., Prokopenko L.V., Chesalin P.V. Medicina truda za rubezhom. Mezhdunarodnye i nacional'nye dokumenty i praktika / pod red. akad. RAMN N.F. Izmerova. *M.: REINFOR*. 2010. 144.
- Pontryagin L.S. Princip maksimuma v optimal'nom upravlenii. *M.: Editorial URSS*. 2004. 67.
- Denisov 'E.I., Prokopenko L.V., Sivochalova O.V. Professional'nyy risk: terminologiya, upravlenie, predlozheniya po garmonizacii. Gigienicheskie i mediko-profilakticheskie tehnologii upravleniya riskami zdorov'yu naseleniya v promyshlenno razvitykh regionah: materialy nauchn.-praktich. konf. s mezhdunar. uchastiem / pod obsch. red. akad. RAMN G.G. Onischenko, chl.-korr. RAMN N.V.Zajcevoj. *Perm'*. 2010. 10–14.
- Denisov 'E.I., Prokopenko L.V., Sivochalova O.V., Stepanyan I.V., Chesalin P.V. Logika i arhitektura postroeniya prognoznykh modeley v medicine truda. *Byull. VSNC SO RAMN*. 2009; 1: 20–29.
- Denisov 'E.I., Prokopenko L.V., Stepanyan I.V., Chesalin P.V. Pravovye i metodicheskie osnovy upravleniya professional'nymi riskami. *Medicina truda i promyshlennaya 'ekologiya*. 2011; 12: 1–7.
- Stepanyan I.V., Denisov 'E.I. Primenenie nejrosetevykh tehnologij v fiziologii, medicine truda i 'ekologii cheloveka. *Vestn. Tver. gos. un-ta. Ser. Biologiya i 'ekologiya*. 2011; 23 (20): 37–47.
- AIHA/ACGIH Global Issues Caucus: Strengthening Occupational and Environmental Health and Safety Protections in a Global Economy. Founding statement. April 1999.
- ILO. Protection of worker's personal data. An ILO code of practice. *Geneva: international Labour Office*. 1997. 36. (ISBN 92 3 10329 3).
- ILO. Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance. OSH No 72. *Geneva: International Labour Office*. 1998. 41. (ISBN 92-2-110828-7).
- Praj V., Medvedev D.A. Fenomen NBIC-konvergencii: Real'nost' i ozhidaniya. *Filosofskie nauki*. 2008; 1: 97–117.
- Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science. NSF/DOC-sponsored report / Ed. by M.C. Roco and W.S. Bainbridge. *Arlington, VA: Nat. Sci. Found*. 2002. 482. URL: [http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC\\_report.pdf](http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/1/NBIC_report.pdf) (20.01.2012).
- Vernadskij V.I. Biosfera i noosfera / Predislovie R.K. Balandina. *M.: Ajris-press*. 2004. 576.
- Bostrom N. A history of transhumanist thought. *J. Evol. Technol*. 2005; 14 (1): 7–12.
- Biomeditsinskaya 'etika. Vypusk III / pod red. V.I. Pokrovskogo i Yu.M. Lopuhina. *M.: Medicina*. 2002. 239.
- Denisov 'E.I., Chesalin P.V. Dokazatel'nost' v medicine truda: principy i ocenka svyazi narushenij zdorov'ya s rabotoj. *Medicina truda i promyshlennaya 'ekologiya*. 2006; 11: 6–14.
- Bunge M. Prichinnost'. Mesto principa prichinnosti v sovremennoj nauke. Per. s angl. / Obsch. red i zakl. st. G.S. Vaseckogo. *Izd. 2-e. M.: Editorial URSS*. 2010. 512.
- Aschengrau A., Seage G.R. Essentials of epidemiology in public health. 2<sup>nd</sup> ed. *Jones and Bartlett publ.: Sudbury, MA, Boston, Toronto, London, Singapore*. 2008 (ISBN-13: 978-0-7637-4025-2).
- Parascandola M., Weed D.L. Causation in epidemiology. *J. Epid. Comm. Hlth*. 2001; 55 (12): 905–912. (doi:10.1136/jech.55.12.905).
- Petri A., S'ebin K. Naglyadnaya medicinskaya statistika / Per. s angl. pod red. V.P. Leonova. 2-e izd., pererab. i dop. *M.: G'EOTAR-Media*. 2009. 168. ill. (ISBN 978-5-9704-0914-5).
- Anohin P.K. Izbrannye trudy. Kibernetika funktsional'nykh sistem / pod red. K.V. Sudakova. Sost. V.A. Makarov. *M.: Medicina*. 1998. 400.

## КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Денисов Эдуард Ильич**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» РАМН

**Адрес:** 105275, Москва, 9-я ул. Соколиной горы, д. 12

**Тел.:** (495) 365-25-86

**E-mail:** denisov28@yandex.ru

**Прокopenko Людмила Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» РАМН

**Адрес:** 105275, Москва, 9-я ул. Соколиной горы, д. 12

**Тел.:** (495) 365-25-86

**E-mail:** niimt@niimt.ru

**Степанян Иван Викторович**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБУ науки «Институт машиноведения им. А.А. Благонравова» РАН

**Адрес:** 101990, Москва, Малый Харитоньевский переулок, д. 4

**Тел.:** 8 (495) 628-87-30; факс: 8 (495) 624-98-63

**E-mail:** skwwwks@gmail.com