

УДК 574:502.22

ИНЖЕНЕРИЯ ЗНАНИЙ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ КОСМОНАВТА, ОСНОВАННАЯ НА КАСКАДНОЙ СХЕМЕ ЗАЩИТЫ ОРГАНИЗМА ДЛЯ ЛИЦ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ

© 2011 И.Б. Ушаков, А.В. Поляков, В.М. Усов

Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем
РАН, г. Москва

Поступила в редакцию 12.08.2011

Успешность выявления рисков и угроз здоровью и работоспособности лиц опасных профессий, в числе которых рассматривается профессия космонавта, а также успешность выбора превентивных и корректирующих мероприятий в значительной мере зависит от своевременности рассмотрения и парирования специфичных для профессии и тесно связанных с конкретными условиями труда «рискообразующих» ситуаций. С этим связана актуальность применения на практике приемлемой для широкого круга специалистов по безопасности жизнедеятельности методической платформы, позволяющей систематизировать, обобщить и ранжировать комплекс неблагоприятных факторов внешней среды для здоровья человека. В рамках концепции каскадной схемы обсуждаются некоторые особенности построения экспертных знаний в интересах медицинского обеспечения деятельности лиц опасных профессий. Рассмотрены возможные варианты извлечения и численного представления экспертных знаний о факторах риска и способы ранжирования неблагоприятных событий, что правомерно рассматривать как составную часть скрининга при профилактике и коррекции профессиональных и экологически обусловленных нарушений состояния работоспособности космонавта.

Ключевые слова: *лица опасных профессий, факторы риска и угрозы здоровью космонавта, структурирование и представление экспертных знаний, каскадная схема защиты организма, управление риском*

Среди многих профессий, связанных с неблагоприятными воздействиями средовых и производственных факторов, особое место занимают профессии, отличительным признаком которых является «неслучайный» и множественный характер угроз жизни и здоровью. Наличие значительного числа средовых факторов, воздействие которых приводит к неблагоприятной динамике состояния здоровья и отдаленным негативным последствиям (таким как ранняя дисквалификация работника по медицинским показаниям и инвалидизация), в наиболее сложных случаях сопровождается в процессе труда сложной картиной изменения актуального состояния работающего человека, что, в свою очередь, может быть

причиной снижения его психофизиологической надежности, приводить к «отказам человеческого звена» при управлении сложными системами, а, следовательно, нести угрозу жизни и здоровью [1, 2]. Эта реальная картина тех проблем, с которыми сталкиваются специалисты медицинского профиля при медицинском и медико-психологическом обеспечении профессиональной деятельности космонавтов.

Высокая цена отказов человеческого звена в сложных системах «экипаж – пилотируемый космический аппарат (ПКА)» закономерно отражаются на принципах построения системы мониторинга здоровья лиц этой профессии, способах проведения скрининга факторов риска и применения превентивных (профилактических) и коррекционных мероприятий, и рассмотрения такой системы как непрерывно функционирующей, многокомпонентной, базирующейся на активном участии в системе обеспечения безопасности работ специалистов различного профиля, часто осуществляющих свои функции в дистанционном режиме и взаимодействующими с большими коллективами

Ушаков Игорь Борисович, член-корреспондент РАН, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор. E-mail: ibushakov@gmail.com

Поляков Алексей Васильевич, кандидат медицинских наук, доцент, начальник отдела. E-mail: arolyakov@imbr.ru

Усов Виталий Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник. E-mail: khoper.1946@gmail.com

групп поддержки (задействованных на различных стадиях жизненного цикла сложной систем «экипаж – ПКА»). Актуальность и высокая практическая значимость задачи сохранения профессионального здоровья и обеспечения высокой работоспособности лиц опасных профессий непосредственно в ходе их трудовой деятельности приводит, особенно в случае испытательных профессий, к необходимости построения сложной системы медицинского обеспечения безопасности работ, включающей мероприятия медицинского и психологического отбора, медицинского контроля и медико-психологического сопровождения деятельности, «пострабочей» медицинской реабилитации и коррекции состояния работоспособности и др. в тесной связи с развитыми средствами инженерно-технического и информационного обеспечения. Возрастание сложности инновационных проектов в области космонавтики приводит к ситуации, когда персоналу по обеспечению безопасности работ при испытаниях новой космической техники необходимо держать в поле зрения множество угроз здоровью членов экипажа, и при этом учитывать, что на организм человека – испытателя действует не единичный изолированный экстремальный фактор среды обитания, а целый комплекс таких факторов, и в зависимости от контекста ситуации постоянно меняются приоритеты и способы защиты организма. Это обстоятельство приводит к необходимости применения при испытаниях сложных систем «экипаж – ПКА» информационных и когнитивных технологий, которые принято обозначать инженерией знаний, а также технологий управления рисками.

Большой опыт проведения испытательных работ в области авиации, космонавтики, обеспечения работ спасателей и ликвидаторов последствий чрезвычайных ситуаций показал, что особенно эффективно оказывается применение технологий инженерии знаний, когда они базируются не только на экспериментально полученных закономерностях развития неблагоприятных физиологических и психических состояний у человека в экстремальных условиях внешней среды, но и на экспертных знаниях, отражающих субъективный опыт персонала, способного оценить вероятность возникновения в реальной деятельности «рискообразующих» ситуаций, тяжесть их последствий для здоровья и надежности деятельности человека, работающего в контуре сложной системы управления и принимающего ответственные

управленческие решения, включая решения о своей готовности к выполнению предписанной программы работ. Именно способность высоко подготовленных экспертов различных, но взаимосвязанных общей задачей обеспечения безопасности космического полета, предметных областей оценить риски здоровью и работоспособности человека – испытателя в контексте текущей рабочей ситуации, опираясь на всесторонний учет возможностей парирования негативных эффектов, исходя из наличных средств и их применимости в оперативном режиме – составляет главную ценность экспертных суждений в аспектах обеспечения безопасности труда и порождает новую задачу – «вписать» эти знания в методологию антропоэкологии человека опасной профессии [1-3] и в систему подготовки управленческих решений о планировании и контроле сложных испытательных работ.

Одной из методологически обоснованной и апробированной на практике медико-психологического обеспечения лиц опасных профессий является каскадная схема защиты организма и сохранения профессионального здоровья испытателей различного профиля, которая дает конструктивную основу для систематизированного описания рисков и их ранжирования во всей сложной взаимосвязи организационно-технологических мероприятий, которые спроектированы для той или иной разновидности деятельности [3]. Возможности технологий инженерии знаний [4] многократно возрастают, когда сбор, накопление и обобщение этих знаний в рамках четких методических постановок каскадной схемы позволяют упорядочить подготовку и принятие управленческих решений, в так называемых, слабо структурированных (в отношении формализованных рискометрических оценок) областях как медицина труда, экстремальная физиология и др.

Направление исследований, зародившееся в рамках искусственного интеллекта и выделившееся в самостоятельную дисциплину, связанную с вопросами извлечения, структурирования, формирования, обработки и приобретения знаний, носит название инженерии знаний (Knowledge Engineering) [4]. Один из все еще недостаточно исследованных вопросов инженерии знаний – каким образом выбрать понятийную базу для категории рисков в области космической медицины в интересах использования экспертных знаний при принятии решений о срочности и актуальности применения защитных, коррекционных и профилактических

мероприятий в контексте ожидаемых неблагоприятных исходов воздействия на организм комплекса контролируемых факторов. Разработка практических рекомендаций по структурированию знаний в области космической медицины и антропоэкологии базируется на ряде естественных понятий и предположений. Среди них основными являются следующие:

– Необходимо заранее извлекать и иметь возможность актуализировать знания о «правдоподобности» появления (или «ожидаемость») неблагоприятного события, ассоциированного с ожидаемыми рисками здоровью и работоспособности членов экипажа, и о шансах реального воздействия на вероятность его появления (или избегания); при актуализации этого знания важен показатель неопределенности при медицинском контроле (т.е. знания для анализа возможности «контролируемости» подобного события).

– В рамках анализа возможных неблагоприятных последствий действия на организм экстремального фактора или кумулятивного хронического воздействия факторов малой интенсивности следует формировать оценки ожидаемых эффектов и исходов применительно к соматическому здоровью и физическому состоянию, поведенческой активности и характеристикам деятельности, а также к отдаленным последствиям для здоровья.

Условия подготовки и принятия решений о рисках здоровью космонавта требуют в своей совокупности адекватного выбора теоретической платформы для решения следующих ключевых вопросов:

- а) системного описания рисков здоровью в космическом полете, объединяющего деятельностный и физиологический подходы;
- б) разработки методического аппарата для учета рисков и их классификации, выбора математического аппарата формализации оценок риска для обобщенного представления о степени угроз здоровью космонавта.

Этим ключевым позициям отвечает каскадная схема, предложенная применительно к проблеме сохранения профессионального здоровья в авиации в условиях комплекса неблагоприятных факторов жизнедеятельности [3]. Прикладные аспекты применения методов анализа «каскада действия вредных факторов»

и «каскада предваряющей минимизации» и «медико-технических препятствий» для противодействия их негативным эффектам касаются, прежде всего, общего состояния профессионального здоровья, а также снижения работоспособности и поведенческой активности, измененных психических состояний, нерациональных поведенческих реакций и др., способные оказать влияние на ход выполнения программы полета; а также по совокупности исходов – профессионального долголетия космонавта.

Выводы: методические подходы, предполагающих синтез знаний экспертов для анализа рисков и угроз здоровью с акцентом на активное получение и применение экспертно обусловленной информации в так называемых слабо структурированных предметных областях медицинских знаний, продуктивны. Наиболее полную и объективную характеристику ситуации, связанную с неблагоприятными событиями с точки зрения оценки рисков здоровью и работоспособности в экстремальных условиях деятельности, может дать органическое сочетание содержательных методов структурирования предметной области знаний – антропоэкологии и способов формализации экспертных оценок ожидаемых неблагоприятных событий и ассоциированных с ними рисков и угроз безопасности, оптимально дополняющих друг друга в рамках планируемого исследования уровней рисков и выбора методов снижения потенциально неблагоприятных исходов и отдаленных последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ушаков, И.Б. Экология человека опасных профессий. – М. – Воронеж: Воронежский государственный университет. 2000. – 128 с.
2. Ушаков, И.Б. Комбинированные воздействия в экологии человека и экстремальной медицине. – М.: ИПЦ «Издатцентр», 2003. – 442 с.
3. Ушаков, И.Б. Общая структурная (каскадная) схема изменений профессионального здоровья в авиации // Авиакосмическая и экологическая медицина. 1994. – Т. 28. №5. – С. 4-8.
4. Studer, R. Knowledge engineering, principles and methods / R. Studer, V.R. Benjamins, D. Fensel // Data and Knowledge Engineering. 1998. №. 25 (1–2). P. 161-197.

**KNOWLEDGE ENGINEERING OF RISKS TO COSMONAUT'S
HEALTH, BASED ON THE CASCADE SCHEME OF ORGANISM
PROTECTION FOR HAZARDOUS OCCUPATIONS**

© 2011 I.B. Ushakov, A.V. Poliakov, V.M. Usov

State Science Center of Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of Russian
Academia of Science, Moscow

Successful identification of risks and threats to health and working capacity from hazardous occupations, such as cosmonaut, and choice of preventive and compensatory tactics depend largely on timely evaluation and parrying of risk-bearing situations inherent in an occupation and working conditions. The methodical platform for classification, unification and ranking of the multitude of detrimental environmental factors provides ample opportunities for the broad community of experts in labor safety. Aspects of modeling expert knowledge in medical support of hazardous occupations are discussed in light of the cascade scheme concept. Alternatives of expert risks knowledge retrieval and digital presentation and methods of ranking undesired events have every right to be integrated into the screening for prevention and compensation of deterioration of cosmonaut's ability to work due to occupational and ecological factors.

Key words: hazardous occupations, risk factors and threats to cosmonaut's health, expert knowledge structuring and representation, the cascade scheme of organism protection, risk management

*Boris Ushakov, Corresponding Member of RAS, Academician of RAMS, doctor of Medicine, Professor, Director. E-mail: ibushakov@gmail.com
Aleksey Polyakov, Candidate of Medicine, Associate Professor, Chief of the Department. E-mail: apolyakov@imbp.ru
Vitaliy Usov, Doctor of Medicine, Professor, Leading Research Fellow. E-mail: khooper.1946@gmail.com*