

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

В.П. Столяр

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СИТУАЦИОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Аннотация. Предметом исследования являются процессы анализа и прогнозирования ситуационной медицинской обстановки, характеризующиеся неопределенностью и, в большинстве случаев, отсутствием ретроспективной статистической информации, позволяющей построить адекватные математические прогностические модели. Указанные особенности определили необходимость решения поставленной задачи с привлечением экспертов, способных дать адекватные прогностические оценки на основе большого личного опыта решения подобных задач. Изложена научно обоснованная апробированная на практике методология прогнозирования ситуационной медицинской обстановки, основанная на привлечении экспертов предметной области. Методология исследования основана на теории сбора и обработки экспертной информации, медицинской информатике и медицинской статистике. Основными результатами проведенного исследования стала разработка методического обеспечения прогнозирования ситуационной медицинской обстановки как совокупности процедур по обработке фактографических данных и экспертных суждений, помогающих руководителю в принятии решений. Созданная в результате исследований система поддержки принятия решений в масштабе времени, близком к реальному, обеспечивает анализ сложившейся ситуации с генерированием вариантов санитарно-гигиенического мониторинга, прогнозирование распространения заболевания с картированием складывающейся обстановки, расчет потребностей в силах и средствах для реализации комплекса лечебно-профилактических мероприятий, формирование соответствующих управленческих решений.

Ключевые слова: ситуационная медицинская обстановка, математическое прогнозирование, обработка экспертной информации, медицинская информатика, медицинское прогнозирование, управление здравоохранением, принятие управленческих решений, прогнозирование в неопределенности, многотуровая экспертиза, поддержка принятия решений.

Недостаточность исходной информации и невозможность математической формализации процессов обуславливает необходимость использования при анализе и прогнозировании ситуационной медицинской обстановки экспертной информации [1, 2].

Использование экспертов в качестве источников информации основывается на гипотезе о наличии у них – специалистов конкретной узкой области знаний – гипотетических представлений об изучаемом предмете и априорных оценок качества (полезности) различных вариантов решения поставленной задачи, являющихся результатом

мобилизации профессионального опыта и интуиции эксперта. Процедуру получения и обобщения экспертных оценок называют *экспертизой* [3, 4].

К экспертам предъявляют следующие общие требования [3-10]:

- высокий уровень общей эрудиции;
- глубокие специальные знания в предметной области;
- способность к адекватному отображению реального положения дел в рассматриваемой области знаний;
- наличие психологической установки на будущее (на перспективу);

- наличие научно-практического интереса к оцениваемым проблемным вопросам;
- наличие производственного и (или) исследовательского опыта в оцениваемой области знаний;
- относительная стабильность оценки во времени при отсутствии дополнительной информации, которая может объективно влиять на оценку.

Мнения (оценки, ранжирования) экспертов обрабатывают с помощью специальных методов [3, 4, 8, 11-14].

Методы экспертных оценок для разработки стратегии и тактики развития, а также при решении организационных проблем теоретических и практических в различных областях применяют достаточно давно. Те или иные методы сбора и обработки экспертной информации применяют для прогнозирования и перспективного планирования различных отраслей производства и науки, то есть там, где отсутствуют достоверные статистические данные об изучаемом вопросе, где имеется несколько вариантов решений и необходим выбор наиболее предпочтительного из них. Эти методы применяют также при разработке стратегий развития и новых программ в тех отраслях, которые подвержены сильному влиянию новых открытий, в фундаментальных науках или в период реформ [3, 4, 8, 11-23].

Широко известны следующие подходы или методики групповой экспертизы с формированием согласованных итоговых решений [3, 4, 8, 11-14]:

- *метод достижения консенсуса*, когда путем открытого обсуждения исходных индивидуальных вариантов вырабатывается единое согласованное решение;
- *диалектический метод*, когда обсуждают не варианты решений, а факторы, их определяющие;
- *метод диктатуры*, когда обсуждение заканчивается выбором участника, чье мнение и становится мнением группы;
- *дельфийский метод* - многократное анонимное и изолированное высказывание и обсуждение мнений в письменной форме;
- *коллективный метод* - усреднение результата с исключением всех индивидуальных влияний.

Наиболее распространенным методом экспертных оценок является дельфийский метод. Как

показал системный анализ предметной области, этот метод, по нашему мнению, наиболее подходит для анализа и прогнозирования ситуационной медицинской обстановки, являясь наиболее релевантным в период реорганизации, проведения реформ для нахождения путей выхода из сложных кризисных ситуаций.

Метод Дельфи (дельфийский метод, метод дельфийского оракула, названия происходят от древнегреческого г. Дельфы, известного своим оракулом-прорицателем, жившем при храме бога Аполлона) разработан в 1953 году корпорацией RAND. Метод предложен как итеративная процедура при проведении мозговой атаки, с целью снижения влияния психологических факторов при проведении заседаний и повышения объективности результатов. Первоначально объектами исследования явились научные проблемы, связанные с ростом населения, автоматизацией, исследованием космоса, возникновением и предотвращением войн, перспективными системами вооружений. За истекший период область, в которой используется прогнозирование с помощью метода Дельфи значительно расширилась, однако основное его применение - исследование перспектив развития крупных систем и научно-технического прогресса [2-4, 12, 22-23].

Наиболее распространенные определения метода Дельфи [2-4, 12]:

- метод экспертного оценивания и прогнозирования, основанный на сборе и оценке мнений экспертов, их математико-статистической обработке и последовательной корректировке;
- метод групповой оценки, при котором проводится индивидуальный опрос экспертов относительно их предположений о будущих событиях, при этом участников групповой экспертизы просят инкогнито вынести свои индивидуальные суждения относительно рассматриваемой темы. Далее, после ознакомления с мнениями других участников, экспертам предоставляется возможность пересмотреть свои мнения. Процесс продолжается до тех пор, пока после нескольких итераций участники не приходят к окончательным заключениям;
- метод быстрого поиска решений, основанный на их генерации в процессе "мозговой атаки", проводимой участниками групповой экспертизы, и отбора лучшего решения, исходя из экспертных оценок. Дельфийский метод ис-

пользуется для экспертного прогнозирования развития крупных систем путем организации сбора и математической обработки экспертных оценок;

- метод, позволяющий определять вероятность, значение и следствие факторов, тенденций и событий, связанных с обсуждаемой проблемой, на основе использования результатов итеративных независимых опросов. После первого тура опросов участники групповой экспертизы получают все ответы, данные другими участниками, без указания авторов ответов. Этот прием позволяет экспертам уточнить и скорректировать свои позиции. Процесс продолжается до тех пор, пока после нескольких итераций участники не приходят к окончательным заключениям;
- многотуровый метод, предусматривающий возможность последующих многократных корректировок своих собственных первоначальных суждений после ознакомления с мнениями и суждениями других (всех) экспертов. Корректировка проводится до тех пор, пока величина разброса оценок не будет находиться в рамках заранее устанавливаемого желаемого интервала варьирования оценок;
- наиболее демократичный из всех методов экспертных оценок и наиболее часто используемый в прогнозировании, данные которого используют затем в планировании и организации функционирования систем. Экспертиза с помощью дельфийского метода проводится в несколько этапов (туров), результаты обрабатывают статистическими методами.

Основные особенности метода: заочность, многоуровневость, анонимность мнений экспертов и групповой ответ, который получается с помощью статистических методов и отображает обобщенное мнение участников экспертизы.

Известно, что использование коллективных знаний ведет к возможности нахождения сильных решений, однако в процессе обмена мнениями между участниками может сказаться влияние авторитета коллег и все может быть сведено к появлению популярных ответов. Метод Дельфи позволяет разрешить это диалектическое противоречие. Для этого прямые дискуссии экспертов заменяют индивидуальными опросами. Собранные варианты ответов подвергают статистической обработке. Полученные обобщенные ответы передают

каждому эксперту путем личного общения, либо по обычной или электронной почте с просьбой пересмотреть и уточнить свое мнение, если он сочтет это необходимым. Эта процедура может повторяться несколько раз.

Главное преимущество метода состоит в возможности получить развернутые, прозрачные и объективные результаты. В отличие от традиционных обычных заседаний, итеративный многотуровый метод Дельфи не дает эффекта влияния авторитетных и активных участников на остальных, а также снимает проблему собрать всех экспертов в одно время в одном месте [2-4, 12].

Таким образом, метод Дельфи, как один из инструментов выбора стратегии развития и оценки решений, применяется на этапах формулирования проблемы и оценки различных способов ее решения. Цель его применения заключается в получении согласованной информации высокой степени достоверности в процессе анонимного обмена мнениями между участниками группы экспертов для принятия решения. Суть его применения основана на многократных анонимных групповых интервью, учете всех независимых мнений экспертов (участников) по обсуждаемому вопросу, последовательного объединения идей, получения выводов и перехода к согласию.

Организация проведения экспертизы может быть осуществлена по-разному. Способ проведения экспертизы обычно выбирают организаторы ее проведения. Нам известны различные варианты, а именно: индивидуальный и групповой опрос, очный и заочный, открытый и закрытый. Также могут быть и комбинированные варианты [2, 4, 21].

Достоинства *индивидуального опроса* в том, что интервьюирование осуществляется и предназначено для получения мнений и суждений экспертов с целью максимального использования их знаний и опыта.

Групповой опрос - метод экспертизы, предусматривающий возможность обмена мнениями экспертов в ходе заполнения анкет и ответов на вопросы. При этом эксперты могут учитывать мнения коллег (каждого эксперта) и при желании могут корректировать свою оценку. Недостаток группового мнения заключается в сильном влиянии авторитетов на мнения большинства участников экспертизы, в трудности публичного отказа от своей точки зрения, психологической

несовместимости некоторых участников экспертизы. Для проведения групповых опросов могут использоваться различные модификации метода Дельфи [1, 5-7, 12, 16, 17].

Основная идея и суть применения этого метода для анализа и прогнозирования ситуационной медицинской обстановки в современных условиях состоит в том, чтобы с помощью серии последовательных действий – опросов и интервью наиболее авторитетных специалистов - организаторов здравоохранения и медицины, а также «мозговых штурмов» – добиться максимального консенсуса при выработке решений, а также поиска конкретных решений актуальных задач при отсутствии или дефиците исходной информации.

Последовательность действий по применению метода Дельфи.

1. Сформировать рабочую группу для сбора и обобщения мнений экспертов.

2. Сформировать экспертную группу из специалистов, владеющих вопросами по обсуждаемой теме.

3. Подготовить анкету, указав в ней поставленную проблему и уточняющие вопросы. При этом формулировки должны быть четкими и однозначно трактуемыми, и предполагать однозначные ответы.

4. Провести опрос экспертов в соответствии с разработанной методикой, предполагающей, как правило, необходимость повторения процедур анкетирования или опроса. Полученные ответы служат основой для формулирования вопросов следующего тура.

5. Обобщить экспертные заключения и выдать рекомендации по проблеме совершенствования здравоохранения и медицины.

Этапы выполнения плана исследования

1. Формулирование проблемы и постановка задач экспертам: рассылка вопроса (вопросов) с предложением разбить их на подвопросы. Организационная группа отбирает наиболее часто встречающиеся подвопросы и на их основе готовит новый общий вопросник.

2. Созданный вопросник доводится до экспертов. Им задают вопросы: Можно ли добавить ещё что-то? Достаточно ли информации и оснований для обсуждения? Есть ли дополнительная информация по вопросу? Организационная группа

изучает варианты ответов. Если есть дополнительные аспекты и информация, то на их основе составляется следующий вопросник.

3. Улучшенный вопросник вновь доводится до экспертов, которые теперь должны дать свой вариант решения, а также рассмотреть наиболее крайние точки зрения, высказанные другими экспертами. Эксперты должны оценить проблему по аспектам, например: эффективность и возможность функционирования, обеспеченность ресурсами, в какой степени полученные ответы соответствуют изначальной постановке задачи, и способствует ли полученный результат решению проблемы. Таким образом, выявляют преобладающие суждения экспертов, сближают их точки зрения. Всех экспертов знакомят с доводами тех, чьи суждения сильно отличаются от общего русла. После этого все эксперты могут менять мнение, а процедура повторяется.

4. Итерации повторяют, пока не будет достигнута согласованность мнений экспертов, или не будет установлено отсутствие единого мнения по проблеме. Изучение причин расхождений в оценках экспертов позволяет выявить незамеченные ранее аспекты проблемы и зафиксировать внимание на вероятных последствиях развития проблемы строительства (реформирования) медицинской службы МО РФ или разрешения конкретной ситуации. На основе собранных мнений вырабатывается окончательная оценка (или решение), а также практические рекомендации. Обычно проводят три этапа (тура) исследования, но если мнения экспертов сильно рассогласованы (коэффициент конкордации не превышает 0,7) - то больше.

Заключение

Разработанная технология эффективно реализована при обосновании комплекса мероприятий, реализуемых для минимизации угрозы преднамеренного заражения среды обитания человека патогенными биологическими агентами. Для решения таких задач создана система поддержки принятия решений (СППР) как совокупность процедур по обработке фактографических данных и экспертных суждений, помогающих руководителю в принятии решений, основанная на использовании моделей. Созданная СППР в масштабе времени, близком к реальному, обеспечивает анализ сложившейся ситуации с генерированием вариантов санитарно-

гигиенического мониторинга, прогнозирование распространения заболевания с картированием складывающейся обстановки, расчет потребностей в силах и средствах для профилактических мероприятий, формирование вариантов управленческих решений.

СППР апробирована на модели вспышки холеры в административном центре с населением до 100 тыс. человек при завозе одним человеком,

вернувшимся из эпидочага. Эксперты (эпидемиологи, инфекционисты и организаторы здравоохранения), оценивая результаты использования СППР, признали, что применение описанной технологии поддержки принятия решений в задачах анализа и прогнозирования ситуационной медицинской обстановки не только возможно, но и необходимо для более эффективного и качественного решения профессиональных задач.

Библиография

1. Богомолов А.В., Чикова С.С., Зуева Т.В., Тушнова Л.К. Методическое обеспечение обоснования приоритетных направлений совершенствования системы предупреждения биологических террористических актов // Технологии живых систем. 2006. Т.3, № 4. С.33–42.
2. Максимов И.Б., Столяр В.П., Богомолов А.В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М.: Бином, 2013. 312 с.
3. Шибанов Г.П. Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы // Информационные технологии. 2003. №12. С. 26-29.
4. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. М.: Медицина, 2003. 464 с.
5. Maistrou A.I., Bogomolov A.V. Technology of automated medical diagnostics using fuzzy linguistic variables and consensus ranking methods // IFMBE Proceedings World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering: Diagnostic and Therapeutic Instrumentation, Clinical Engineering. Сер. "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering: Diagnostic and Therapeutic Instrumentation, Clinical Engineering" Munich, 2009. Pp. 38-41.
6. Богомолов А.В., Зуева Т.В., Чикова С.С., Голосовский М.С. Экспертно-аналитическое обоснование приоритетных направлений совершенствования системы предупреждения биологических террористических актов // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 134–136.
7. Ворона А.А., Герасименко В.Д., Козловский Э.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Медико-психологическое прогнозирование профессиональной готовности выпускника военно-учебного заведения // Военно-медицинский журнал. 2012. Т. 333. № 1. С. 40-44.
8. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Ушаков И.Б. Математическое обеспечение оценивания состояния материальных систем // Информационные технологии. 2004. № 7 (приложение). 32 с.
9. Ушаков И.Б., Пономаренко В.А., Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В. Автоматизированные системы для контроля состояния специалистов опасных профессий // Безопасность жизнедеятельности. 2005. № 10 (приложение). 24 с.
10. Богомолов А.В., Майстров А.И. Технология анализа системных причинно-следственных связей на основе диаграмм Исикавы // Системный анализ в медицине (САМ 2014): Материалы VIII международной научной конференции. Благовещенск, 2014. С. 13-16.
11. Козлов В.Е., Богомолов А.В., Рудаков С.В., Оленченко В.Т. Математическое обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания // Мир измерений. 2012. № 9. С. 42-49.
12. Максимов И.Б., Столяр В.П., Кожевникова Л.Б. Метод Дельфи: теория и предложения по применению в здравоохранении и военной медицине // Военно-медицинский журнал. 2012. Т. 333. № 4. С. 14-17.
13. Фёдоров М.В., Калинин К.М., Богомолов А.В., Стецюк А.Н. Математическая модель автоматизированного контроля выполнения мероприятий в органах военного управления // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2011. Т. 9. № 5. С. 46-54.

14. Богомолов А.В. Концепция математического обеспечения диагностики состояния человека // Информатика и системы управления. 2008. № 2 (16). С. 11-13.
15. Bogomolov A.V., Maistrov A.I. Theoretical-experimental analysis of convergence of heart rate variability spectral measures estimated via heart rate and heart period signals // Biomedical Engineering. 2009. Vol. 43. № 2. Pp. 75-80.
16. Гридин Л.А., Бобровницкий И.П., Богомолов А.В. Возможности ранней автоматизированной диагностики артериальной гипертензии // Врач. 2001. № 1. С. 29.
17. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Технология автоматизированной синдромной диагностики заболеваний на основе трехзначной логики // Информационные технологии. 2003. № 7. С. 34.
18. Голосовский М.С. Модель жизненного цикла разработки программного обеспечения в рамках научно-исследовательских работ // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 1. С. 43-46.
19. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Method of synthesis of the psychophysiological stress index of operators // Biomedical Engineering. 2001. Vol. 35. № 4. Pp. 207-210.
20. Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Информатизация программ персонализированной адаптационной медицины // Вестник Российской академии медицинских наук. №5-6, 2014. С. 124-128.
21. Кукушкин Ю.А., Усов В.М., Богомолов А.В. Автоматизированное оценивание риска нарушений состояния здоровья человека с помощью компьютерных вопросников на основе нечеткой логики // Информационные технологии. 2002. № 10. С. 44.
22. Кукушкин Ю.А., Ворона А.А., Богомолов А.В., Чистов С.Д. Рискометрия здоровья персонала объектов по уничтожению химического оружия // Анализ риска здоровью. 2014. № 3. С. 26-33.
23. Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А. Математическое обеспечение мета-анализа результатов независимых экспериментальных медико-биологических исследований // Информатика и системы управления. 2011. № 4. С. 65-74

References (transliterated)

1. Bogomolov A.V., Chikova S.S., Zueva T.V., Tushnova L.K. Metodicheskoe obespechenie obosnovaniya prioritnykh napravlenii sovershenstvovaniya sistemy preduprezhdeniya biologicheskikh terroristicheskikh aktov // Tekhnologii zhivyykh sistem. 2006. T.3, № 4. S.33-42.
2. Maksimov I.B., Stolyar V.P., Bogomolov A.V. Prikladnaya teoriya informatsionnogo obespecheniya mediko-biologicheskikh issledovaniy. M.: Binom, 2013. 312 s.
3. Shibanov G.P. Poryadok formirovaniya ekspertnykh grupp i provedeniya kollektivnoi ekspertizy // Informatsionnye tekhnologii. 2003. №12. S. 26-29.
4. Bogomolov A.V., Gridin L.A., Kukushkin Yu.A., Ushakov I.B. Diagnostika sostoyaniya cheloveka: matematicheskie podkhody. M.: Meditsina, 2003. 464 s.
5. Maistrov A.I., Bogomolov A.V. Technology of automated medical diagnostics using fuzzy linguistic variables and consensus ranking methods // IFMBE Proceedings World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering: Diagnostic and Therapeutic Instrumentation, Clinical Engineering. Ser. "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering: Diagnostic and Therapeutic Instrumentation, Clinical Engineering" Munich, 2009. Pp. 38-41.
6. Bogomolov A.V., Zueva T.V., Chikova S.S., Golosovskii M.S. Ekspertno-analiticheskoe obosnovanie prioritnykh napravlenii sovershenstvovaniya sistemy preduprezhdeniya biologicheskikh terroristicheskikh aktov // Informatika i sistemy upravleniya. 2009. № 4. S. 134-136.
7. Vorona A.A., Gerasimenko V.D., Kozlovskii E.A., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Mediko-psikhologicheskoe prognozirovaniye professional'noi gotovnosti vypusknika voenno-uchebnogo zavedeniya // Voенno-meditsinskii zhurnal. 2012. T. 333. № 1. S. 40-44.

8. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V., Ushakov I.B. Matematicheskoe obespechenie otsenivaniya sostoyaniya material'nykh sistem // Informatsionnye tekhnologii. 2004. № 7 (prilozhenie). 32 s.
9. Ushakov I.B., Ponomarenko V.A., Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Avtomatizirovannye sistemy dlya kontrolya sostoyaniya spetsialistov opasnykh professii // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2005. № 10 (prilozhenie). 24 s.
10. Bogomolov A.V., Maistrov A.I. Tekhnologiya analiza sistemnykh prichinno-sledstvennykh svyazei na osnove diagramm Isikavy // Sistemnyi analiz v meditsine (SAM 2014): Materialy VIII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii. Blagoveshchensk, 2014. S. 13-16.
11. Kozlov V.E., Bogomolov A.V., Rudakov S.V., Olenchenko V.T. Matematicheskoe obespechenie obrabotki reitingovoi informatsii v zadachakh ekspertnogo otsenivaniya // Mir izmerenii. 2012. № 9. S. 42-49.
12. Maksimov I.B., Stolyar V.P., Kozhevnikova L.B. Metod Del'fi: teoriya i predlozheniya po primeneniyu v zdrazvookhraneni i voennoi meditsine // Voенно-медитсинский журнал. 2012. Т. 333. № 4. S. 14-17.
13. Fedorov M.V., Kalinin K.M., Bogomolov A.V., Stetsyuk A.N. Matematicheskaya model' avtomatizirovannogo kontrolya vypolneniya meropriyatii v organakh voennogo upravleniya // Informatsionno-izmeritel'nye i upravlyayushchie sistemy. 2011. Т. 9. № 5. S. 46-54.
14. Bogomolov A.V. Kontseptsiya matematicheskogo obespecheniya diagnostiki sostoyaniya cheloveka // Informatika i sistemy upravleniya. 2008. № 2 (16). S. 11-13.
15. Bogomolov A.V., Maistrov A.I. Theoretical-experimental analysis of convergence of heart rate variability spectral measures estimated via heart rate and heart period signals // Biomedical Engineering. 2009. Vol. 43. № 2. Pp. 75-80.
16. Gridin L.A., Bobrovnikskii I.P., Bogomolov A.V. Vozmozhnosti rannei avtomatizirovannoi diagnostiki arterial'noi gipertenzii // Vrach. 2001. № 1. S. 29.
17. Ushakov I.B., Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Tekhnologiya avtomatizirovannoi sindromnoi diagnostiki zabolevani na osnove trekhznachnoi logiki // Informatsionnye tekhnologii. 2003. № 7. S. 34.
18. Golosovskii M.S. Model' zhiznennogo tsikla razrabotki programmnoogo obespecheniya v ramkakh nauchno-issledovatel'skikh rabot // Avtomatizatsiya i sovremennye tekhnologii. 2014. № 1. S. 43-46.
19. Kukushkin Yu.A., Bogomolov A.V. Method of synthesis of the psychophysiological stress index of operators // Biomedical Engineering. 2001. Vol. 35. № 4. Pp. 207-210.
20. Ushakov I.B., Bogomolov A.V. Informatizatsiya programm personifitsirovannoi adaptatsionnoi meditsiny // Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk. №5-6, 2014. S. 124-128.
21. Kukushkin Yu.A., Usov V.M., Bogomolov A.V. Avtomatizirovannoe otsenivanie riska narusheniya sostoyaniya zdorov'ya cheloveka s pomoshch'yu komp'yuternykh voprosnikov na osnove nechetkoi logiki // Informatsionnye tekhnologii. 2002. № 10. S. 44.
22. Kukushkin Yu.A., Vorona A.A., Bogomolov A.V., Chistov S.D. Riskometriya zdorov'ya personala ob'ektov po unichtozheniyu khimicheskogo oruzhiya // Analiz riska zdorov'yu. 2014. № 3. S. 26-33.
23. Bogomolov A.V., Kukushkin Yu.A. Matematicheskoe obespechenie meta-analiza rezul'tatov nezavisimykh eksperimental'nykh mediko-biologicheskikh issledovaniy // Informatika i sistemy upravleniya. 2011. № 4. S. 65-74.