

УДК 004.89

ПОСТРОЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

¹Лебедев Г.С., ²Лидов П.И., ¹Котов Н.М.

¹ФГОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова», Москва, e-mail: msmsu@rambler.ru;

²АНО «Научно-производственный институт экстремальной биологии и медицины», Москва, e-mail: emib@yandex.ru

Рост нагрузок в спорте, приводящий к повышению уровня физического и психоэмоционального стресса, отражается на показателях здоровья. Поэтому чрезвычайно важную роль в спорте играет ранняя многокомпонентная диагностика и формирование программ профилактики и лечения, основанных на динамическом анализе всей текущей и предшествующей информации о здоровье и отклонениях. Создание интеллектуальной информационной системы, основанной на знаниях, включающей в свой состав электронный паспорт здоровья спортсмена и базу знаний в области состояния здоровья спортсменов, обеспечивающей повышение эффективности детского, юношеского, массового и профессионального спорта РФ, является актуальным. На основании опыта построения такой системы авторами сформулированы основные требования к системе, ее структуре и требования к функционированию. Предлагается структура электронного паспорта здоровья спортсмена, порядок его ведения и использования.

Ключевые слова: информатизация здравоохранения, медицинские информационные системы, электронная медицинская карта, электронный паспорт здоровья спортсмена

BUILDING OF INFORMATION SYSTEM DYNAMIC MONITORING OF THE HEALTH OF ATHLETES

¹Lebedev G.S., ²Lidov P.I., ¹Kotov N.M.

¹Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, e-mail: msmsu@msmsu.ru;

²Scientific and Production Institute extreme biology and medicine, Moscow, e-mail: emib@yandex.ru

Height loads in sports leads to increased levels of physical and emotional stress in athletes, and is reflected in the health indicators. Therefore, an extremely important role sport plays in the early diagnosis and the formation of a multi-component prevention and treatment programs. Such an approach could be based on the dynamic analysis of all current and previous information on health and deviations from it. Create intelligent information system based on knowledge, including in its membership the electronic health passport athlete and knowledgebase in the health of the athletes for improved performance of children, youth, amateur and professional sports of Russia is important. Structure of the electronic health passport athlete, the rules for its maintenance and its use is proposed.

Keywords: health informatics, medical information systems, electronic health record, sportsman electronic health passport

Рост нагрузок в спорте, приводящий к повышению уровня физического и психоэмоционального стресса, отражается на показателях здоровья. Согласно последним данным, показатели заболеваемости профессиональных спортсменов по основным нозологическим группам (сердечно-сосудистые заболевания, болезни органов дыхания, болезни нервной системы, травмы и т.д.) в 1,5–3 раза выше среднестатистических цифр, а в ряде случаев доходят до 8-кратного размера. И это при том, что данная группа является самой здоровой частью популяции. Многие заболевания протекают в скрытой форме и диагностируются только на позднем этапе, когда патологические изменения носят необратимый характер и становятся причиной вынужденного завершения спортивной карьеры. Поэтому чрезвычайно важную роль в спорте играет ранняя многокомпонентная диагностика

и формирование программ профилактики и лечения, основанных на динамическом анализе всей текущей и предшествующей информации о здоровье и отклонениях. Создание информационной системы, основанной на знаниях, включающей в свой состав электронный паспорт здоровья спортсмена и базу знаний в области состояния здоровья спортсменов, обеспечивающей повышение эффективности детского, юношеского, массового и профессионального спорта РФ, является, несомненно, обоснованным и актуальным направлением исследований.

Обоснование создания системы

В настоящее время в России отсутствует целостная система динамического наблюдения за состоянием здоровья и работы физиологических систем спортсменов специализированного детско-юношеского и профессионального спорта (далее

спортсменов). Превалирует ручной способ анализа, что отнимает много времени и нередко приводит к серьезным ошибкам, утрате информации о здоровье, допуску спортсмена с серьезными отклонениями к тренировочно-соревновательному процессу, приводящий в ряде случаев к трагическим последствиям. Тренировочный процесс осуществляется на глазок, что приводит к функциональным спадам и спортивным провалам. Ручной способ анализа ограничивает возможности обработки информации в больших группах спортсменов. Такое положение дел является существенным препятствием для развития спортивной медицины.

Динамическое наблюдение за состоянием спортсменов сегодня можно реализовать с помощью современных информационно-коммуникационных технологий. Возрождение врачебно-физкультурной службы России требует создания информационной модели мониторинга здоровья с формированием унифицированных механизмов и объемов периодической оценки здоровья и текущих медицинских наблюдений. Реализация нового направления «Научный медико-биологический кластер» требует создания информационной модели контроля выносливости, скоростно-силовых и биомеханических характеристик, уровня стрессоустойчивости.

Сложность рассматриваемой системы требует создания, помимо информационно-аналитических задач, задач, реализующих методы искусственного интеллекта, в части автоматического вывода экспертных заключений, рекомендаций по лечению, профилактике, реабилитации, объемам и интенсивности тренировочного процесса, рационам питания и пищевым ограничениям.

Современный уровень развития профилактического здравоохранения и медицины характеризуется все большим влиянием генетической диагностики. На основании комплексного анализа данных анкетирования, генетических, лабораторных, инструментальных исследований появляется возможность прогнозировать появление и предупреждать развитие заболеваний, персонализировать меню, оттачивать объемы и интенсивность физических нагрузок, наконец, проводить спортивную и медицинскую селекцию в детско-юношеском спорте. Зачастую только совокупность знаний при интерпретации результатов исследований и их грамотное аналитическое сопровождение, не требующие физического контакта узкопрофильного специалиста и спортсмена, дают полную картину состояния спортсмена, прогноз на будущее и определяют

тактические способы коррекции. Особую актуальность имеет текущий контроль состояния спортсмена врачом спортивных команд с помощью информационно-коммуникационных технологий, позволяющий на сборах в условиях ограниченного времени исполнить все предписания профильных медицинских специалистов.

Современные средства передачи и визуализации данных позволяют передать все требуемые формализованные протоколы обследований и видеоизображений, находясь в любой точке мира, используя Интернет. Кроме того, появление большого числа мобильных телекоммуникационных устройств, позволяющих осуществлять персональный мониторинг состояния здоровья человека и возможность общения спортсмена с врачом в режиме телеконференции, позволяют перейти к новому уровню наблюдения за спортсменом без его физического присутствия в медицинской организации.

Таким образом, крайне актуальной представляется разработка информационной модели динамического наблюдения за состоянием здоровья спортсменов детского, юношеского, массового и профессионального спорта и реализация ее в виде Информационно-аналитической системы спортивной медицины (далее – ИАССМ)

Основу реализации ИАССМ будет составлять специализированное хранилище данных – электронный паспорт здоровья спортсмена (далее – ЭПЗС), позволяющий обеспечить хранение динамической информации о состоянии здоровья всех спортсменов России. Данная система будет служить основой для анализа состояния здоровья спортсменов, как в смысле «коллективного здоровья», так и в смысле «индивидуального здоровья».

Описание структуры и функций ИАССМ

Основу ИАССМ составляет ЭПЗС, который содержит всю информацию о состоянии здоровья спортсмена, его физических нагрузках, восстановительных процедурах, мероприятиях по подготовке к соревнованиям, питании и образе жизни.

Паспорт здоровья спортсмена – это совокупность персональных данных о здоровье спортсмена, позволяющих спортивному врачу или тренеру объективно оценить состояние его здоровья и возможность участия в соревнованиях.

Электронный паспорт здоровья спортсмена – это совокупность персональных данных о здоровье спортсмена, представленных в виде формализованных электронных медицинских (и не только) записей,

позволяющих активно отображать текущую интегрированную оценку состояния здоровья.

ЭПЗС содержит исчерпывающий структурированный объем общих персональных, клинических, генетических, биометрических, социальных, экономических, финансовых, страховых и других данных о спортсмене.

Структура ЭПЗС приведена на рис. 1.

спортсмена к тем или иным физическим нагрузкам; психогенетической карты личностных характеристик и уровня стрессоустойчивости; нутригеномная карта метаболизма организмом того или иного вида пищи; фармакогенетической карты скорости метаболизма организмом того или иного фармакологического препарата.

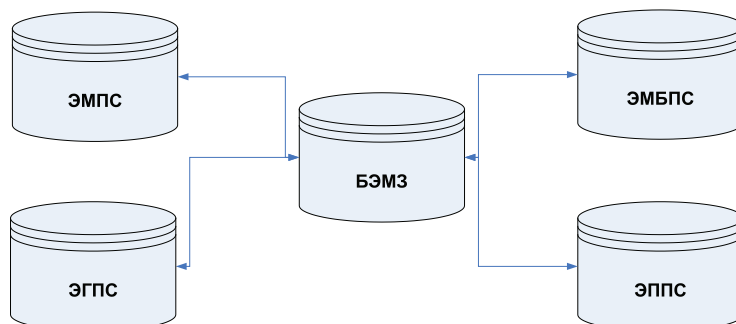


Рис. 1

В состав ЭПЗС входят:

- Электронный медицинский паспорт спортсмена (ЭМПС).
- Электронный генетический паспорт спортсмена (ЭГПС) [1].
- Электронный медико-биологический паспорт спортсмена (ЭМБПС).
- Электронный паспорт питания спортсмена (ЭППС).
- База экспертных медицинских знаний (БЭМЗ).

ЭМПС представляет из себя модернизированную ЭМК [2, 4, 6] и содержит все ее основные разделы, включая формализованное описание анамнеза и клинических данных. ЭМПС включает в себя специализированные карты: кардиологическую, неврологическую, пульмонологическую и т.п. При этом источником данных может быть как непосредственно система ввода данных ИАССМ, так и интегрированная электронная медицинская карта (ИЭМК) Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Взаимодействие с ИЭМК дает возможность аккумулировать в ЭПЗС данные всех случаев обращения спортсмена за медицинской помощью в различные медицинские организации Российской Федерации, что позволит спортивному врачу более точно определять возможности спортсмена и его допуск к нагрузкам и соревнованиям.

ЭГПС представляет из себя хранилище врожденных показателей и состоит из: медико-генетической карты вероятности развития заболеваний в той или иной функциональной системе организма; спортивно-генетической карты предрасположенности

ЭМБПС представляет из себя совокупность электронных записей, описывающих физические нагрузки в процессе тренировок и соревнований. ЭМБПС состоит из карты аэробной выносливости динамики показателей мышечной работы при помощи кислорода; карты анаэробной выносливости динамики мышечной работы без доступа кислорода; карты скоростно-силовых показателей, карты равновесия, карты скорости реакции, карты полей зрения и т.д.

ЭППС содержит совокупность данных, описывающих индивидуальные показатели пищевого статуса, антропометрических показателей, плотности костной ткани, формализованные рекомендации по гигиене питания в зависимости от вида спорта и спортивной дисциплины, возраста, весовой категории и стадии учебно-тренировочного процесса.

В совокупности с ЭМПС, ЭМБПС, ЭППС и ЭГПС формирует уникальную систему соединения врожденных и динамических параметров, позволяющую в ускоренном режиме объективизировать результаты обследований и развивать предиктивную биологию и медицину.

БЭМЗ содержит правила принятия врачебных решений на основании обработки данных ЭМПС, ЭГПС, ЭМБПС и ЭППС. Основу БЭМЗ составляют следующие группы таблиц решений:

1. Таблицы решений по допуску спортсмена к спортивно-тренировочному процессу в зависимости от состояния здоровья, специфики спорта, а в ряде случаев возраста спортсмена. Кроме того, данные

таблицы прописывают алгоритм обследования, являясь фактически инструкциями для спортивных врачей по тактике построения диагностического процесса. Таблицы группируются по возрасту спортсменов, по полу, по уровню спортивных нагрузок, уровню соревнований и видам спорта. Каждая таблица имеет рейтинг доверия, который может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от достижения или недостижения результата за счет применения метода обратной связи.

2. Таблицы решений по профилактическим мероприятиям у спортсменов с отклонениями в состоянии здоровья в зависимости от окружающих факторов риска, не связанных со спортом (особенности окружающей среды; характер питания, сопутствующие заболевания, взаимоотношения в команде и т.д.).

3. Таблицы решений по выбору вариантов рационов питания в системе общепит и схем функционального питания у спортсменов с патологиями.

4. Таблицы принятия решений по выбору методов постнагрузочного восстановления и медицинской реабилитации после травм и болезней у спортсменов с различными патологиями.

ших достижений спортсменов с различными патологиями.

Таблицы принятия решений могут представлять из себя, например, аппликативные фреймы [2, 3], каждый из которых содержит аргументы (входные данные), целевой атрибут (принимаемое решение) и функцию отображения (аппликацию), связывающую значения аргументов фрейма и целевой атрибут.

Совокупно модель принятия решения представляет из себя аппликативно-фреймовую модель, в которой аппликативные фреймы связаны между собой и представляют формализованный алгоритм принятия врачебного решения по подготовке спортсмена.

Для обеспечения ИАССМ будет состоять из четырех основных подсистем:

- Система ввода данных спортсменов.
- Система ввода результатов подготовки и соревнований.
- Система поддержки принятия врачебных решений.
- Система управления базой знаний здоровья спортсменов.

Все системы будут обеспечивать доступ к реестру электронных паспортов здоровья спортсменов (рис. 2).

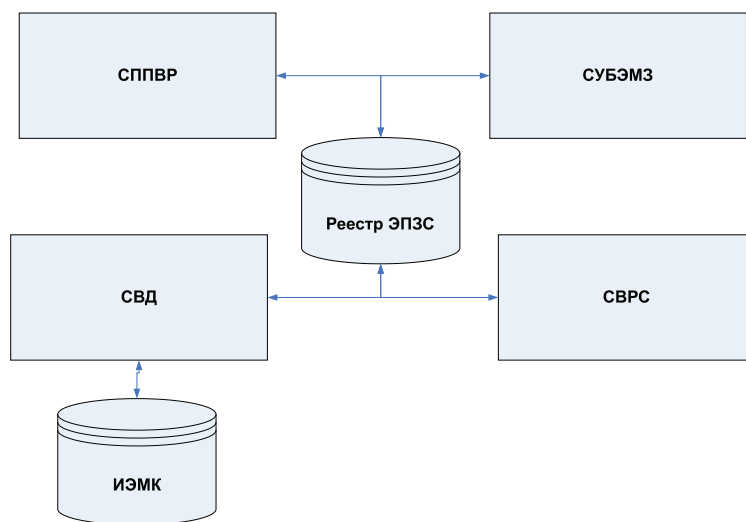


Рис. 2

5. Таблицы принятия решений по интенсификации, кратности, специфике нагрузок в процессе тренировочного процесса.

6. Таблицы принятия решений по применению методов фармакотерапии в процессе подготовки спортсменов с различными патологиями.

7. Таблицы принятия решений о возможности занятий тем или иным видом спорта, возможности выхода к спорту выс-

Система ввода данных спортсменов предназначена для ввода следующих данных:

- Анамнеза жизни спортсменов.
- Данных объективных обследований (включая данные из ИЭМК, данные с мобильных датчиков и других средств измерения показателей состояния здоровья).
- Данных о питании спортсменов.
- Данных о нагрузках и тренировочном процессе.

Эти данные будут аккумулироваться в ЭПЗС, и на их основании будут приниматься врачебные решения.

Система ввода результатов подготовки и соревнований будет использоваться для ввода данных о проведенных соревнованиях или другого тестирования результатов подготовки. Фактически эта система обеспечивает обратную связь между принятым решением и степенью его достижения и позволяет влиять на степень доверия к таблице принятия решений (рис. 3).

ИАССМ будет интегрироваться с информационной системой спортивно-тренировочного процесса, которая не имеет отношения к спортивной медицине. Данная интеграция будет использоваться для обеспечения обратной связи между принятым

решением и степенью его достижения и позволяет влиять на степень доверия к таблице принятия решений.

ИАССМ может включать в свой состав медицинскую информационно-аналитическую систему спорта (МИАСС); медико-биологическую информационно-аналитическую систему спорта (МБИАСС); информационно-аналитическую систему питания спортсмена (ИАСПС), каждая из которых обеспечивает доступ и ведение соответствующего раздела ЭПЗС.

ИАССМ будет представлять из себя распределенную систему федерального уровня с региональными сегментами. Пользователями ИАССМ будут следующие участники, каждый из которых имеет доступ к необходимой информации (рис. 4).

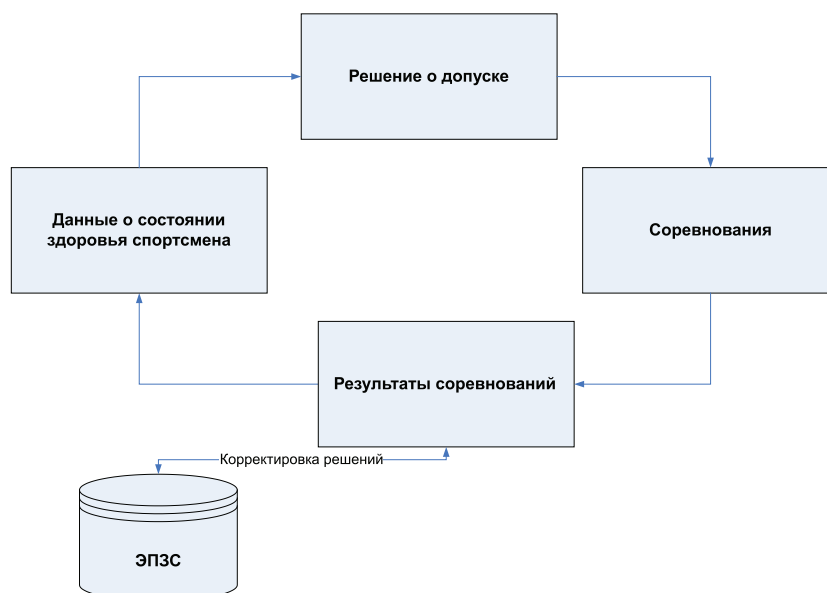


Рис. 3

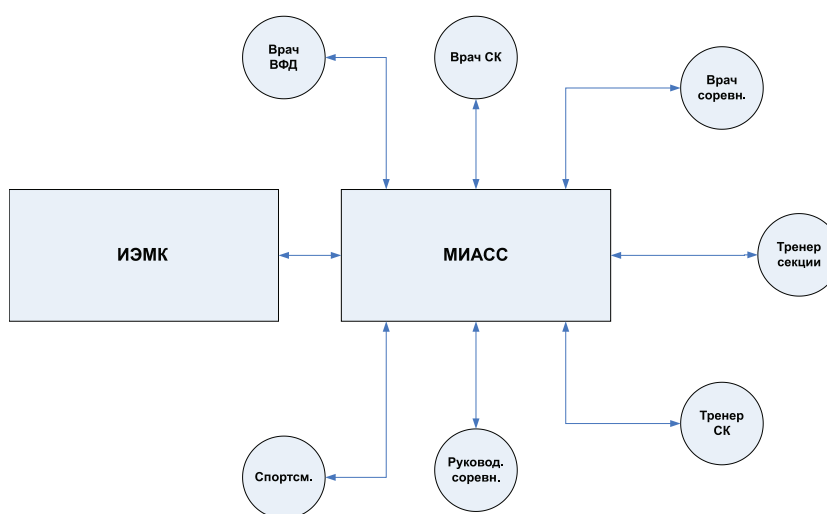


Рис. 4

• Врачи по спортивной медицине врачебно-физкультурных диспансеров, к которым прикреплены спортсмены.

- Врачи сборных команд по видам спорта.
- Врачи соревнований.
- Тренеры спортивных секций.
- Тренеры сборных команд по видам спорта.
- Руководители соревнований.
- Непосредственно спортсмены или их представители (родители, опекуны).

ИАССМ взаимодействует с ИЭМК в ЕГИСЗ и получает из нее необходимую структурированную информацию в утвержденном формате [6].

Заключение

Результаты разработки являются принципиально новыми с научной и практической точки зрения для создания многокомпонентных медицинских информационно-аналитических систем, совмещающих генетические (врожденные) характеристики предрасположенности к ряду болезней, ассоциированных со спортом, так и динамические характеристики традиционной медицины (лабораторная, инструментальная диагностика, осмотры и пр.) отклонений и патологических проявлений, позволяющих с высокой долей вероятности прогнозировать появление и развитие болезни и оценивать частоту и характер патологических проявлений в зависимости от спортивной дисциплины, пола и возраста, антропометрических показателей индивидуума, а также предвидеть эффективность схем лечения и профилактики.

С практической стороны применение системы позволит сформировать и развить научно-профилактическое направление медицинской деятельности врачебно-физкультурной службы, связанное с формированием в автоматическом режиме персонализированных программ диетического и функционального питания, фармообеспечения, изменения образа жизни, плана динамического обследования.

Одной из областей информационной системы, полученной в рамках настоящего проекта, являются углубленные, дополнительные и специализированные обследования спортсменов, результаты которых в настоящее время анализируются вручную с большими погрешностями. Достигнутые результаты медицинской информатизации позволяют сделать вывод о перспективности разработки для существенного ускорения, улучшения качества и точности лечебно-диагностического процесса с разработкой научно обоснованных практических рекомендаций.

По результатам научного исследования может быть создан Федеральный центр мониторинга за лицами, занимающимися физкультурой и спортом, на базе МГМСУ им. А.И. Евдокимова.

Таким образом, применение результатов разработанной системы в интересах здраво-

охранения будет иметь важный социально-экономический эффект [7].

Список литературы

1. Глотов, О.С. Состояние и перспективы генетического тестирования в спорте. Генетический паспорт спортсмена становится реальным / О.С. Глотов, А.С. Глотов, В.С. Баранов // Молекулярно-биологические технологии в медицинской практике. Сб. статей. – Новосибирск. – 2009. – В. 13. – С. 17–35.
2. Емелин И.В., Зингерман Б.В., Лебедев Г.С. О стандартизации структуры электронных медицинских данных // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12. – т. 8. – С. 18–24.
3. Лебедев Г.С., Мажирин И.В., Тронин Ю.Н., Яцук В.Я. Об одном подходе к реализации компонентов машины знаний средствами аппликативной компьютерной логики // Всесоюзная конференция по искусственному интеллекту: тезисы докладов. Том 3. – Переславль-Залесский, 1988. – С. 314–317.
4. Лебедев Г.С., Тихонова Ю.В. Требования к архитектуре, определению, области применения и контексту электронной медицинской карты // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2010. – № 12, т. 8. – С. 25–37.
5. Лебедев Г.С., Тронин Ю.Н. Реализация моделей представления знаний интеллектуальных систем графами потоков данных // Интеллектуальное программное обеспечение ЭВМ: тезисы докладов Всесоюзного научно-практического семинара. Часть 1. – Ростов-на-Дону – Терскол, 1990. – С. 59, 60.
6. Основные разделы ЭМК. Утверждены Министром здравоохранения РФ 11.11.2013 г. (Письмо Заместителя Министра здравоохранения Российской Федерации от 14.11.2013 г. № 18-1/10/2-8443 об утверждении основных разделов ЭМК).
7. Шаврин Ю.А., Лебедев Г.С., Тихонова Ю.В. Методика оценки экономической эффективности работ по созданию информационной системы ведения паспортов здоровья граждан // Электронный журнал Социальные аспекты здоровья населения. – 2013. – № 3 (31); URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/487/30/lang.ru/> (дата обращения 22.07.2013).

References

1. Glotov, O.S. Sostojanie i perspektivy geneticheskogo testirovaniya v sporte. Geneticheskij pasport sportsmena stanovitsja realnym / O.S. Glotov, A.S. Glotov, V.S. Baranov // Molekularno-biologicheskie tehnologii v medicinskoj praktike. Sb. statej. Novosibirsk. 2009. Vol. 13. pp. 17–35.
2. Emelin I.V., Zingerman B.V., Lebedev G.S. O standartizacii struktury jelektronnyh medicinskih dannyh // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy. no. 12, t.8,2010 pp. 18–24.
3. Lebedev G.S., Mazhirin I.V., Tronin Ju.N., Jacuk V.Ja. Ob odnom podhode k realizacii komponentov mashiny znaniy sredstvami aplikativnoj kompjuternoj logiki // Vsesojuznaja konferencija po iskusstvennomu intellektu. Tezisy dokladov. Tom 3. Pereslavl-Zalesskij, 1988, pp. 314–317.
4. Lebedev G.S., Tihonova Ju.V. Trebovanija k arhitekture, opredeleniju, oblasti primenenija i kontekstu jelektronnoj medicinskoj karty // Informacionno-izmeritelnye i upravljajushhie sistemy. no. 12, t. 8, 2010. pp. 25–37.
5. Lebedev G.S., Tronin Ju.N. Realizacija modelej predstavlenija znaniy intellektualnyh sistem grafami potokov dannyh // Intellektualnoe programnoe obespechenie JeVM: Tezisy dokladov Vsesojuznogo nauchno-prakticheskogo seminar. Chast 1. -Rostov-na-Donu Terskol, 1990, pp. 59, 60.
6. Osnovnye razdely JeMK. Utverzhdeny Ministrom zdavoohranenija RF 11.11.2013 g. (Pismo Zamestitelja Ministra zdavoohranenija Rossijskoj Federacii ot 14.11.2013 g. no. 18-1/10/2-8443 ob utverzhdenii osnovnyh razdelov JeMK).
7. Shavrin Ju.A., Lebedev G.S., Tihonova Ju.V. Metodika ocenki jekonomicheskoi jeffektivnosti rabot po sozdaniju informacionnoj sistemy vedenija pasportov zdorovja grazhdan // Jelektronnyj zhurnal Socialnye aspekty zdorovja naselenija. 2013. no. 3 (31); URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/487/30/lang.ru/> (data obrashhenija 22.07.2013).

Рецензенты:

Куляница А.Л., д.т.н., советник генерального директора, ОАО «Прогноз», профессор кафедры АСУ МГГУ, г. Москва;

Бурый А.С., д.т.н., заместитель директора департамента общероссийских классификаторов технической, экономической и социальной информации, Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «Стандартинформ»), г. Москва.