

УДК 613:359.6

СОЗДАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСШТАБИРУЕМЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ НА МОРСКОМ ФЛОТЕ

¹И. Г. Мосягин, ²М. С. Куприянов, ²В. В. Шаповалов, ²Ю. А. Шичкина

¹Главное командование Военно-Морского Флота, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург, Россия

RATIONALE FOR DEVELOPING A UNIVERSAL PLATFORM OF DATA MINING USING SCALABLE COMPUTING RESOURCES FOR HEALTH MANAGEMENT IN THE NAVY

¹I. G. Mosyagin, ²M. S. Kupriyanov, ²V. V. Shapovalov, ²Y. A. Shichkina

¹The High Command of the Navy, St. Petersburg, Russia

²St. Petersburg State Electrotechnical University «LETI», St. Petersburg, Russia

© Коллектив авторов, 2016 г.

В статье обосновывается предложение не просто создания государственной информационной системы для морской медицины, но построения ее с использованием современных инновационных отечественных инструментов — масштабируемых вычислительных ресурсов. В основу государственной медицинской информационной системы (ГМИС) предлагается положить открытую программную платформу интеллектуального анализа — так называемое информационно-аналитическое ядро, позволяющее разработчикам информационных систем создавать сервисы управления морской отраслью, ведения лечебной деятельности, решения вопросов информационной безопасности, которые смогли бы работать на «неограниченных» вычислительных ресурсах.

Ключевые слова: стратегия, развитие, морская медицина, российский флот, моряки, охрана здоровья, медицинское обеспечение, интеллектуальный анализ данных, «облачные» технологии.

The article explains the issues of implementation, upgrade and support of algorithms for analysis of large data sets, which are hidden from the end user. It is shown that, to create a universal platform of data mining using scalable computing resources for health management in the Navy requires the development of information-analytical core of intelligent system of high-performance analysis of large amounts of data that will successfully work as a developer of services for the creation of the health management system in the Navy (providing the environment and processing power for debugging and research of parallel and distributed versions of the algorithm, as well as a framework and a development tool for local development and debugging of algorithms) and analysts (providing services of data mining by various methods, data processing (conversion, cleaning, etc. etc.) to «unlimited» computing resources.

Key words: strategy, development, marine medicine, Russian fleet, seamen, health care, medical corps, data mining, «cloud» technology.

Введение. Июль 2015 года в Российской Федерации был ознаменован появлением важного документа — новой редакции Морской доктрины России до 2030 года, главная цель которой законодательное закрепление таких ключевых

принципов эффективной морской политики, как укрепление, сохранение и защита трудовых ресурсов российского флота, развитие систем мониторинга состояния здоровья моряков, а также совершенствование системы обучения и воспи-

тания молодежи, подготовки, в том числе медицинских кадров [1]. При этом такой термин, как «морская медицина», в данной концепции рассматривается как часть единой национальной модели охраны здоровья, вектор развития которой в том числе предусматривает широкую информатизацию, использование современных цифровых технологий, компьютеризации. Лучшим решением задачи создания государственной информационной системы, которая стала актуальной и необходимой, является использование российских конкурентных технических интеллектуальных технологий, прежде всего персонифицированных ассистентов — помощников на базе мобильных устройств (планшетов, смартфонов и др.) для автономных объектов морского флота, а также универсальной платформы интеллектуального анализа данных с использованием технологии облачных вычислений на основе масштабируемых вычислительных ресурсов для береговой зоны.

Подходы к построению ГМИС. Суть подхода состоит в том, что единая информационную среду реализует функции анализа и обработки информации, обеспечивает работу с большими массивами данных, в том числе с неструктурированной информацией (текстом, изображениями, информацией, размещенной в Интернет), а также реализует методы извлечения знаний методами Data Mining для обеспечения режима консультаций. Создание платформы как информационно-аналитической системы (ИАС) позволит:

1) создавать нестандартные сервисы систем управления медициной флота с возможностью отладки и исследования параллельных и распределительных версий алгоритмов, которые предназначаются для решения трудоемких вычислительных задач;

2) проводить качественную обработку больших (не подвластных обычной математической статистике) объемов данных с помощью таких инструментов, как распараллеливание алгоритмов интеллектуального анализа в сочетании с применением «облачных» технологий [2–4];

3) снижать издержки во всей вертикали отрасли и в отдельных подразделениях (клиники, управления здравоохранения региона и др.);

4) реализовывать повышенные требования к программной составляющей системы безопасности;

5) принимать оптимальные управленческие решения на основе качественного анализа по-

лучаемой информации с помощью распределительной архитектуры интеллектуальной платформы.

Создание ГМИС для морского флота должно содержать обязательное решение следующих задач.

— Проведение исследований и разработки структуры единой глобальной информационной системы. Это должен быть не просто набор хранилищ данных и интерфейса к ним со вспомогательными программными модулями обработки данных, но система, созданная с учетом современных достижений в области информационных технологий.

Под единой глобальной информационной системой управления здравоохранением на морском флоте будем понимать прежде всего, совокупность методов и средств анализа, обработки информации и извлечения знаний, используемых для решения наиболее важных задач, включая сохранение и защиту трудовых ресурсов российского флота в целом, а также мониторинг состояния здоровья всех отдельных взятых моряков. Это крайне важная задача, ведь от того, насколько продуманно спроектирована и оптимизирована система под различные направления деятельности в области здравоохранения на морском флоте, зависит качество принимаемых управленческих решений, их своевременность, скорость реагирования на возникающие внештатные факторы и угрозы. Особую актуальность эти проблемы приобретают именно на флоте, где морские объекты удалены от стационарных медицинских учреждений. Все компоненты единой глобальной информационной системы здравоохранения морского флота должны быть надежно защищены и сохранять работоспособность в реальных условиях эксплуатации.

— Проведение анализа существующих методов математического моделирования систем: аналитического, имитационного, комбинированного, информационного, структурного, ситуационного. Выбор методов, избранных для решения задач по сохранению, защите и мониторингу здоровья моряков, должен быть формализован или экспериментально обоснован. Адаптация этих методов под прикладные задачи в области здравоохранения в частности предполагает:

– исследование влияния различных типов вахтовой организации труда и режимов труда и отдыха на состояние сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма;

- оценка скорости расходования функциональных резервов организма, включая обработку данных, поступающих в единую глобальную информационную систему с так называемых носимых медицинских устройств, датчиков слежения физических параметров, включая датчики оценки окружающей среды, каждого рабочего места;
- разработка режимов труда и отдыха на основе наблюдения за функциональным состоянием организма в процессе производственной деятельности;
- разработка перечня критериев по отбору специалистов для работы в отдельных регионах, на определенных видах работ с учетом их специфики;
- разработка лечебно-профилактических мероприятий с целью поддержания высокой работоспособности работников морского флота;
- проектирование системы носимых медицинских устройств для различных видов работ с целью мониторинга состояния работника морского флота, управления и поддержания его высокой работоспособности;
- разработка новых инновационных методов моделирования отдельных подсистем и системы управления здравоохранением на морском флоте;
- разработка механизмов безопасного в плане обмена, в том числе персональными медицинскими данными работников морского флота, между всеми заинтересованными лицами. При решении этой задачи необходимо будет осуществить выбор вычислительной среды, формализовано обосновать количество и технические характеристики серверов для работы с единой глобальной информационно-аналитической системой, подключение системы моделирования DDoS-атак и механизмов защиты от них и другие задачи информационной безопасности.

Принципы технической и программной реализации. Следует подчеркнуть, что единая глобальная информационная система морского флота рассматривается в данном контексте не просто как хранилище информации и «набор» программных модулей по ее извлечению и обработке, но как полноценная система управления, основным предназначением которой является обеспечение устойчивости и целостности деятельности в области охраны здоровья моряков.

Исходя из сказанного, можно сформулировать основные функциональные качества единой глобальной информационной системы для морского флота.

Адаптивность: способность быстро и гибко реагировать на любые изменения и вырабатывать адекватные управленческие команды, позволяющие сводить к минимуму действие возмущающих факторов, способность системы управления не только реагировать на внешние изменения, но также предвидеть их.

Управляемость: способность своевременно и без искажений доводить управленческие команды до каждого работника морского флота, имеющего отношение к охране здоровья моряков и до каждого моряка в отдельности. Только в этом случае деятельность всех моряков и вспомогательного состава морского флота будет направлена на достижение общего результата, и все они будут действовать согласованно и слаженно, что обеспечит целостность деятельности все системы.

Чтобы избежать ошибок из-за некорректности входной и выходной информации в системе принятия решений в условиях больших объемов быстро меняющейся информации, а также ошибочной трактовки результатов обработки данных и прочих субъективных факторов, необходимо придать ей свойства когнитивной системы. Это подразумевает:

– Итеративность. Система должна легко взаимодействовать с пользователями. Интерфейс должен быть построен таким образом, чтобы пользователи могли определять свои потребности комфортно. Система также должна взаимодействовать с разными своими составляющими, например процессорами, устройствами и службами.

– Итеративная память. Система должна помогать в определении проблемы, особенно персоналу морского флота без специальных знаний в области медицины, задавая вопросы или находя дополнительные входные данные, если проблема, сформулированная пользователем, является неоднозначной или неполной. Особенно это касается восприятия, умения принимать решения в условиях жесткого дефицита достоверных данных и придумывать нестандартные выходы из ситуаций, в которых не приходилось бывать прежде. Система должна «помнить» предыдущие взаимодействия в данном направлении и возвращать информацию, которая подходит для конкретного применения в данный момент.

— Эффективность. Система должна быть нацелена на быстрое и эффективное решение прикладных задач в области морской медицины, и это решение должно минимально зависеть от действий пользователя системы.

— Алгоритмичность. В системе должны быть заложены современные алгоритмы, ориентированные на эффективное применение высокопроизводительных вычислительных систем. Специалисты IT-компаний рассчитывают в ближайшие двадцать лет создать компактную или даже носимую систему, имитирующую работу опытного медицинского работника. Алгоритмы, заложенные в глобальной информационной системе морфлота, должны быть ориентированы на их применение.

— Контекстуальность. Система должна понимать, идентифицировать и применять контекстные элементы, такие как тип значений, синтаксис, время, место, правила, профиль пользователя, задачи, цели и т. д. Система должна опираться на разные источники информации, в том числе структурированной и неструктурированной, цифровой, а также информации, поступающей от сенсоров (зрительной, слуховой, движения и т. п.).

Технически глобальная информационная система для морского флота должна объединять целый ряд новейших технологий:

— Подсистема сенсорных датчиков и исполнительных устройств. Эти технические средства должны формировать сообщения, которые будут преобразовываться в сигналы, передаваться на верхние уровни системы с целью получения информации для выполнения содержащихся в ней инструкций.

— Телекоммуникационная подсистема. Ее задачи заключаются в сборе информации с подсистемы сенсорных датчиков и исполнительных устройств. Для создания телекоммуникационной подсистемы используются ресурсы эксплуатируемых сетей связи различного назначения.

— Информационная подсистема: серверы, вычислительные центры и базы данных. Кроме того, в состав информационной подсистемы должны входить разного рода центры обработки вызовов, доступ к которым организуется через сети телефонной связи и Интернет.

— Вспомогательная система поддержки решений: суперкомпьютер, дата центр (data center). Их основная задача — выполнение вычис-

лительных операций по обработке информации с целью принятия решений.

— Подсистема прикладных средств и процессов: персональные компьютеры, носимые устройства, мобильные телефоны. Их функции — передавать информацию пользователю и получать отклик от него.

— Для получения инновационных решений сегодняшние критические проблемы здравоохранения требуют междисциплинарного подхода. Анализ биомедицинских изображений является полем исследования, в котором применяются инженерные принципы биомедицинских наук и медицины. Автоматизированная технология анализа изображений может улучшить клиническую эффективность, повысить диагностическую точность и уменьшить затраты. В будущем компьютерный анализ изображений прокладывает путь для автоматизированной диагностики, которая снижает необходимость участия врача, а также вероятность человеческой ошибки.

Развитие методов автоматической диагностики, которые могут комбинировать данные из различных источников (рентгеновских, ультразвуковых, КТ, МРТ, МРТ, данные лабораторных анализов и т.п.) поможет отфильтровать важную клиническую и диагностическую информацию. Сочетание методов диагностики с методиками обработки справочной медицинской информации и алгоритмами принятия решений позволит снизить нагрузку на врачей без негативного влияния на качество диагнозов и лечения.

В настоящий момент около 80% диагностической информации основывается на изображениях. При этом количество изображений, обрабатываемых индустрией здравоохранения, неуклонно растет в темпе 20–40% ежегодно и уже превышает 1 млрд в год.

На рис. 1 представлена схема взаимосвязей различных элементов и направлений исследований применительно к проектированию медицинской информационной системы. Говорить, что какое-то из представленных направлений является более главным или ведущим, будет некорректно. Так, ГМИС не может быть построена без баз данных и хранилищ. Но базы данных должны быть не просто созданы, а спроектированы по новейшим современным методикам, сводящим различные аномалии и трудности эксплуатации к минимуму. Необходимо учитывать также, что на сегодня су-

ществует огромное количество медицинских баз данных, которые должны быть консолидированы, что также требует научного подхода и аппарата теории баз данных. Отдельных исследований требуют запросы, индексы и другие структурные элементы баз данных для эффективной работы с ними.

ченные в мире на текущий момент будут необходимы при работе с ГМИС. Помимо этого, потребность в методах извлечения знаний, управления знаниями будет способствовать развитию самих математических методов. Развитие математических методов аппарата интеллектуального анализа данных приведет,

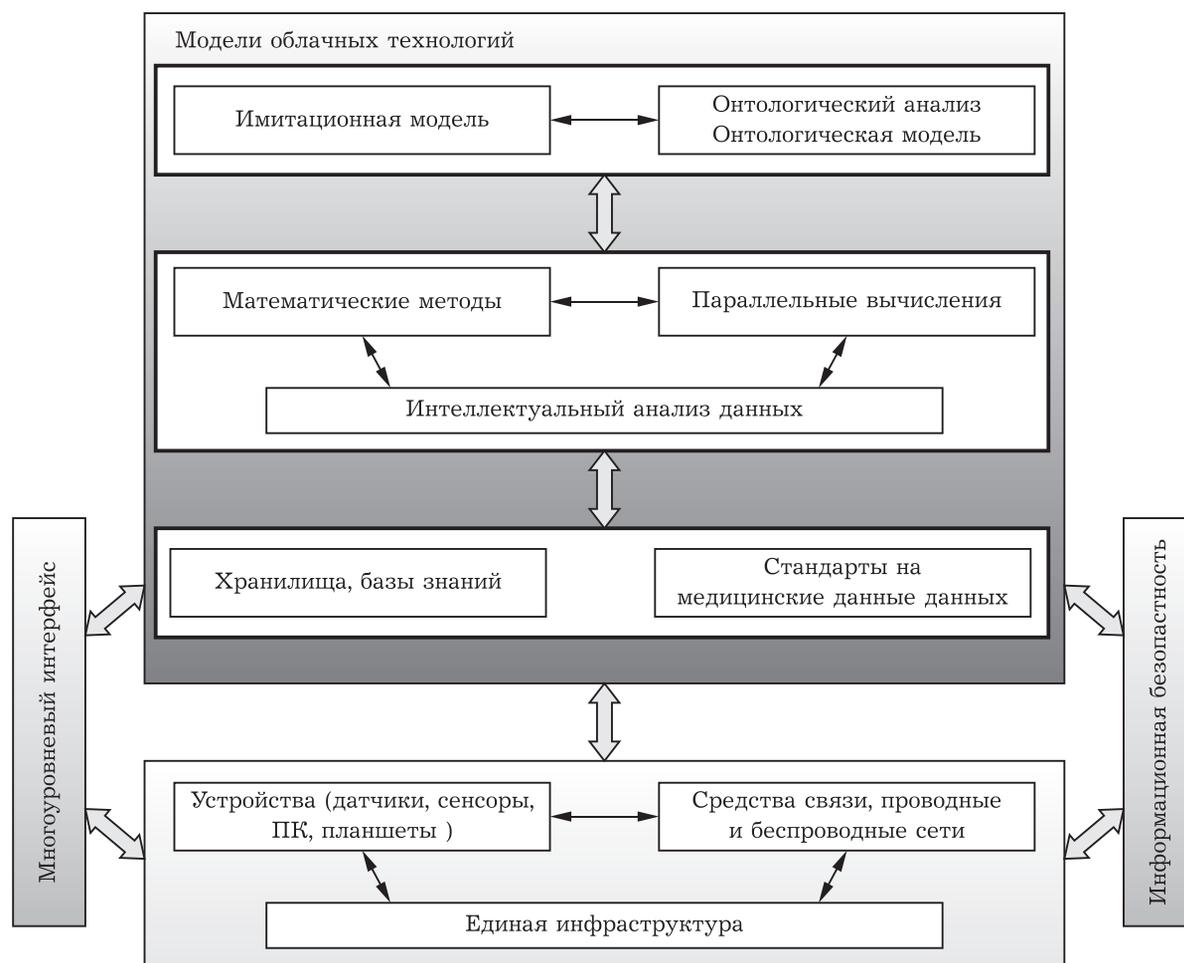


Рис. 1. Взаимосвязь междисциплинарных исследований.

Хранением данных построение ГМИС не ограничивается, их надо извлекать, обрабатывать, анализировать, выстраивать на их основе управленческие и другие решения, а следовательно не обойтись без методов интеллектуального анализа данных.

Многие методы интеллектуального анализа данных и теории проектирования баз данных, напрямую связаны с математическими методами. Для успешной реализации этих методов, а также и всех остальных часто приходится не только применять теория алгоритмов, но и другие математические подходы. В этой связи многие научные и практические результаты в области прикладной математики полу-

в свою очередь, к более качественной обработки данных в ГМИС. Таким образом, мы получаем цикл, взаимное влияние этих областей друг на друга и развитие этих областей.

И работа с базами данных, и обработка самих данных с помощью методов интеллектуального анализа данных невозможна с учетом большого объема данных без средств автоматизации. Поэтому научные и прикладные исследования в области программной инженерии являются неотъемлемой частью как при создании ГМИС, так и при ее сопровождении и эксплуатации.

Важной компонентой ГМИС является система обновления и накопления данных через

различные специализированные устройства, такие как медицинское оборудование, а также носимые устройства, датчики, сенсоры и т. д.

Дополнительно необходимо отметить высокие требования к производительности вычислительных средств, поскольку объемы обрабатываемых данных постоянно растут при уменьшении временного интервала, предоставляемого для обработки этого объема. Без параллельных методов обработки и суперкомпьютерных технологий построить ГМИС, удовлетворяющую потребности флота, будет невозможно.

Отдельное внимание необходимо уделить информационной безопасности, защите всей системы на разных ее уровнях от атак со стороны. Современные методы обеспечения информационной безопасности также опираются на математические методы, методы интеллектуального анализа данных и базы данных, в которых в частности хранится статистическая информация о разных параметрах системы, таких как нагрузка, частота обращений к источникам и прочее.

Таким образом, все направления исследований в области создания качественной ГМИС взаимосвязаны и взаимно влияют друг на друга. Облачная среда и технологии Internet of things (интернет вещей) позволяет интегрировать их в единую систему.

Для выполнения анализа встроенная информационно-аналитическая система (ИАС) должна накапливать информацию, обладая средствами ее ввода и хранения. Можно выделить три основные задачи, решаемые в ИАС [2]:

- ввод данных;
- хранение данных;
- анализ данных.

Ввод данных в ИАС осуществляется либо автоматически от датчиков, характеризующих состояние среды или процесса, либо человеком-оператором. В первом случае данные накапливаются путем циклического опроса или по сигналу готовности, возникающему при появлении информации. Во втором случае ИАС должны предоставлять пользователям удобные средства ввода данных, контролирующие корректность вводимых данных и выполняющие сопутствующие вычисления. Если ввод осуществляется одновременно несколькими операторами, то система должна решать проблемы параллельного доступа и модификации одних и тех же данных.

Постоянное накопление данных приводит к непрерывному росту их объема. В связи с этим на ИАС ложится задача обеспечить надежное хранение больших объемов данных. На ИАС также могут быть возложены задачи предотвращения несанкционированного доступа, резервного хранения данных, архивирования и т. п.

Постоянное накопление данных приводит к непрерывному росту их объема. В связи с этим на ИАС ложится задача обеспечить надежное хранение больших объемов данных. На ИАС также могут быть возложены задачи предотвращения несанкционированного доступа, резервного хранения данных, архивирования и т. п.

Основная задача ИАС — предоставить аналитикам инструмент для выполнения анализа данных. Необходимо отметить, что для эффективного использования ИАС ее пользователь-аналитик должен обладать соответствующей квалификацией. Система не генерирует нужные ответы, а только предоставляет аналитику данные в соответствующем виде (отчеты, таблицы, графики и т. п.) для изучения и анализа. Очевидно, что, с одной стороны, качество принятых решений зависит от квалификации аналитика. С другой стороны, рост объемов анализируемых данных, высокая скорость обработки и анализа, а также сложность использования машинной формы представления данных стимулируют исследования и разработку интеллектуальных ИАС. Для них характерно наличие функций, реализующих отдельные умственные возможности человека.

По степени «интеллектуальности» обработки данных при анализе выделяют три класса задач анализа:

- 1) информационно-поисковый — осуществляется поиск необходимых данных. Характерной чертой такого анализа является выполнение заранее определенных запросов;
- 2) оперативно-аналитический — производится группирование и обобщение данных в любом виде, необходимом аналитику. В отличие от информационно-поискового анализа в данном случае невозможно заранее предсказать необходимые аналитику запросы;
- 3) интеллектуальный — осуществляется поиск функциональных и логических закономерностей в накопленных данных, построение моделей и правил, которые объясняют найденные закономерности и/или прогнозируют раз-

витие некоторых процессов (с определенной вероятностью).

Обобщенная архитектура ИАС может быть представлена следующим образом (рис. 2).

Процессы функционирования универсальной платформы, являющиеся основой для синтеза ее функциональной структуры, определяются в рамках классического выделения управляющего, ос-

— прогресс развития любого объекта управления в абсолютном большинстве случаев связан с его усложнением, а следовательно — с увеличением исследуемых характеристик и в целом начального информационного базиса;

— динамичный характер как объектов управления, так и среды их функционирования, обусловленный множеством явных и скрытых



Рис. 2. Обобщенная архитектура ИАС.

новного (содержательного) и обеспечивающего процессов (рис. 3), и формализуются как три взаимосвязанных уровня функционирования [5]:

— стратегический (управляющий) — уровень управления охватываемой предметной областью и классом потенциально решаемых задач в рамках динамически формулируемых конкретных проблем анализа и прогнозтики, представляющий собой процесс управления структурой и содержанием хранимых предметных сведений (включая процессы их сбора), а также множеством программно реализованных математических методов, обеспечивающих решение задач интеллектуального анализа данных;

— оперативный (основной) — уровень отдельных задач в рамках общей решаемой проблемы, на котором по отношению к каждой задаче выполняются этапы ее постановки, анализа и решения;

— технологический (обеспечивающий) — уровень функционирования служб здравоохранения, составляющих ее технологические профили (телекоммуникации, разграничение доступа, защита информации, архивация результатов решения задач и т. д.).

При реализации современных систем управления и их компонентов, с одной стороны, необходимо учитывать следующие факторы:

связей в общем случае материального, информационного и энергетического характера, что находит отражение в необходимости хранения временных рядов, что также способствует резкому росту информационных потребностей;

— рост требований к эффективности управления (и в первую очередь — оперативности, обоснованности и достоверности процессов принятия решений) — как следствие возрастающей конкурентной борьбы неантагонистического или антагонистического характера и степени влияния эффективности управления на эффективность и качество функционирования любой системы (совершенствование управления по ряду причин всегда более предпочтительнее совершенствования объекта управления).

С другой стороны, за последнее десятилетие:

— существенно изменились возможности средств вычислительной техники, а именно — качественно возросли их вычислительная мощность и возможности реализации эффективного диалога с пользователями, на несколько порядков увеличились возможности хранения больших объемов информации, резко снижается удельная стоимость вычислительных ресурсов;

— созданы и апробированы информационные технологии различного назначения, ориентированные на конечного пользователя;

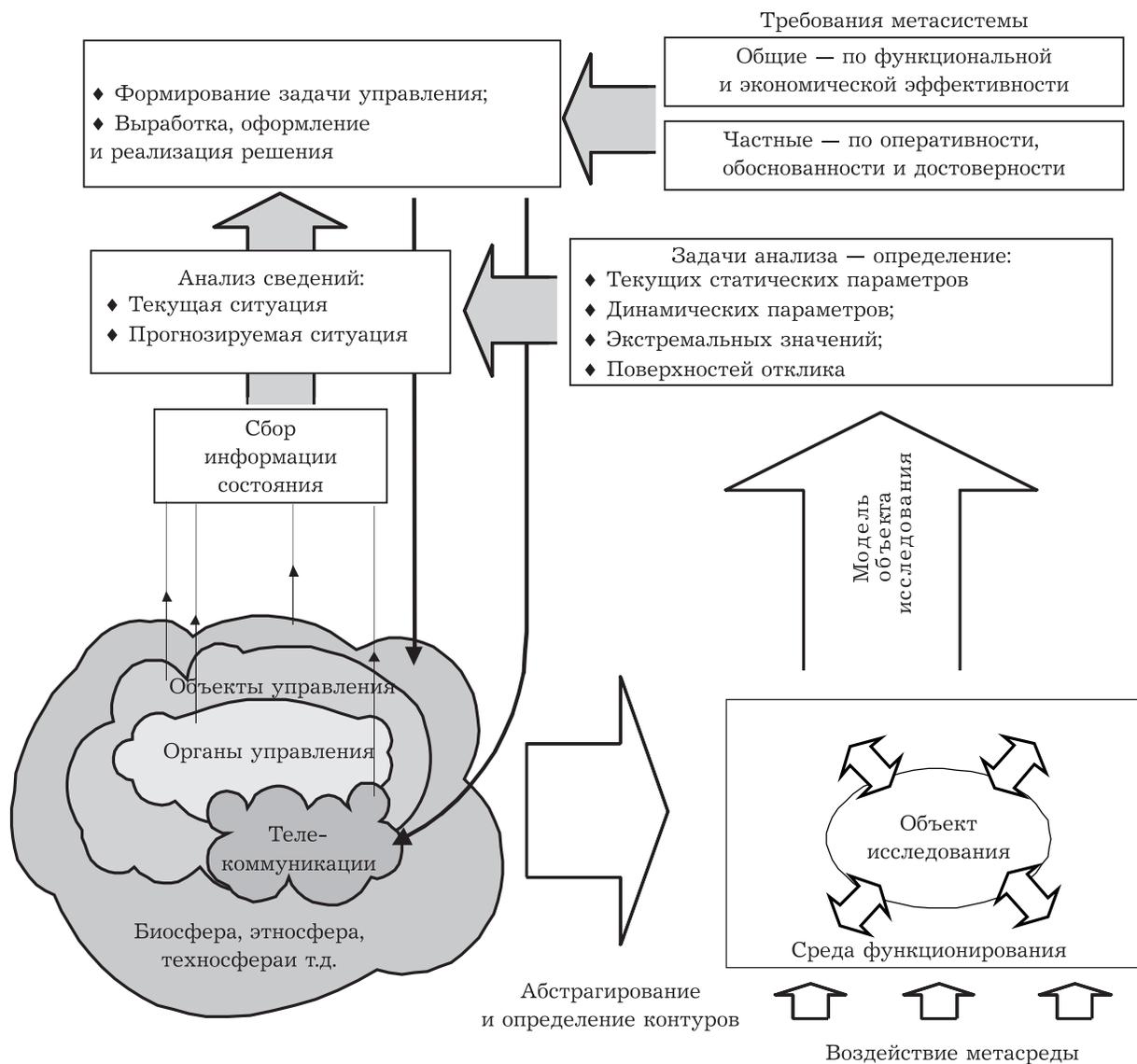


Рис. 3. Основные компоненты управления.

— на базе достижений в области телекоммуникации и глобальных информационных сетей формируется информационное пространство, резко увеличивающее объемы оперативно доступной информации самого различного характера.

Заключение. Совокупность указанных факторов привела к осознанию возможности принципиально нового подхода к осуществлению процессов сбора и анализа информации в системах стратегического и оперативного планирования и управления, который находит свое выражение в создании аналитических информационных систем, ориентированных на задачи поддержки принятия решения.

В нашем случае к таким задачам относятся (см. рис. 3):

— оценка текущего и прогнозируемого состояния флотского здравоохранения;

— обнаружение и исследование скрытых закономерностей, факторов, тенденций и взаимосвязей;

— обобщение информации;

— формирование альтернативных решений и выбор «оптимального» в соответствии с заданным критерием и результатами анализа сценариев развития ситуаций;

— моделирование процесса эволюции состояния здравоохранения в нестационарной неоднородной среде и т. д.

Большие перспективы имеют мобильные технологии здравоохранения (mHealth), которые потенциально способны поспособствовать преодолению барьеров доступа к лечению и реабилитации и могут оказаться полезным инструментом для увеличения вовлеченности пациентов. Мобильное здравоохранение позво-

ляет получить доступ к уведомлениям о здоровом образе жизни и имеет уникальную возможность повлиять на поведение людей в области персонального здравоохранения в реальном времени. Через мобильные технологии пользователь может получать информацию и взаимодействовать с ней, записывать и пересматривать данные, получать автоматическую обратную связь и соединяться с другими пользователями или поставщиками медицинских услуг.

Перед морским здравоохранением стоит задача высокопроизводительного анализа больших объемов данных для управления отраслью. Традиционные решения оказываются дороги и не всегда эффективны. Связано это с тем, что для интеллектуального анализа данных в целом в рамках облачных вычислений никаких сервисов сегодня не разработано.

Учитывая возросшие требования к производительности алгоритмов интеллектуального анализа данных, требуется решение задачи

интеграции интеллектуального анализа данных и облачных вычислений. Это обеспечит:

- решение вопросов реализации, обновления и сопровождения алгоритмов анализа, которые скрыты от конечного пользователя;
- решение задачи интеллектуального анализа данных без дополнительного трудоемкого и дорогостоящего процесса поиска специализированных платформ и сред;
- экономию финансовых средств на необходимость создания, настройки и поддержки дорогостоящего оборудования для кластера;
- разработку, тестирование, отладку и применение для получения окончательного результата исследований собственных алгоритмов в единой среде и на единой платформе;
- интегрирование усилий исследователей в области интеллектуального анализа данных, предоставляя им полигон для исследований и аналитиков, предоставляя им доступ к последним достижениям исследователей в этой области.

Литература

1. *Мосягин И. Г.* Стратегия развития морской медицины в России на период до 2020 года и дальнейшую перспективу // Морская медицина.— 2015.— Т. 1.— С. 10–20.
2. *Копылов Д. С., Шаповалов В. В., Шерстюк Ю. М.* Комплексный анализ данных диспансеризации населения региона // Медицинская техника.— 2014.— № 2.— С. 27–29.
3. *Куприянов М. С., Барсегян А. А., Холод И. И., Елизаров С. И.* Анализ данных и процессов.— СПб.: БхВ, 2009.— 512 с.
4. *Куприянов М. С., Голубев И. А., Холод И. И. и др.* Интеллектуальный анализ распределенных данных на базе облачных вычислений.— СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011.— 148 с.
5. *Шаповалов В. В.* Разработка и обоснование применения автоматизированных систем для мониторинга и скрининговой диагностики нарушений здоровья.— СПб.: ООО «ИПК «Коста», 2006.— 432 с.

Поступила в редакцию: 17.01.2016 г.

Контакт: *Куприянов Михаил Степанович*, [mskupriyanov@mail.ru](mailto:makupriyanov@mail.ru)

Сведения об авторах:

Мосягин Игорь Геннадьевич — доктор медицинских наук, профессор, полковник медицинской службы, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1, e-mail: mosyagin-igor@mail.ru;

Куприянов Михаил Степанович — доктор технических наук, профессор, Лауреат премии Правительства РФ в области образования, Заслуженный работник высшего профессионального образования РФ, декан факультета компьютерных технологий и информатики, тел.: 8 (812) 234-27-46, e-mail: [mskupriyanov@mail.ru](mailto:makupriyanov@mail.ru);

Шаповалов Валентин Викторович — доктор технических наук, профессор, лауреат Премии Совета Министров СССР, директор научно-исследовательского и конструкторско-технологического института биотехнических систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ», профессор кафедры БТС СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 8 (911) 255-64-52, e-mail: asvv@incom-sys.ru;

Шичкина Юлия Александровна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры ВТ СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 8 (911) 963-66-45, e-mail: astrange.y@mail.ru.