

На правах рукописи

СЕДОВА Алёна Павловна

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ
НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ
СИСТЕМ

Специальность 25.00.35 – Геоинформатика

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Санкт- Петербург - 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Российский государственный гидрометеорологический университет» на кафедре Морских информационных технологий

Научный руководитель: Доктор технических наук, профессор Митько Валерий Брониславович

Официальные оппоненты:

Биденко Сергей Иванович, доктор технических наук, профессор, начальник Военной кафедры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ им. В.И.Ленина»

Епифанов Андрей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры Охраны окружающей среды и рационального природопользования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный технологический университет растительных полимеров»

Ведущая организация – ФГУП Российский научно-исследовательский и проектный институт Урбанистики

Защита состоится «24» мая 2012 года в 15-30 на заседании диссертационного совета Д 212.197.03 в Российском государственном гидрометеорологическом университете по адресу: 195196, Санкт-Петербург, пр. Металлистов, д.3, аудитория 102

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Российского государственного гидрометеорологического университета.

Автореферат разослан «23» апреля 2012 года

Ученый секретарь
Диссертационного совета

Бескид Павел Павлович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы основана на необходимости повышения качества медицинского обслуживания населения в регионах с низкой и неравномерной плотностью населения в экстремальных климатических условиях и при ограниченном ресурсе. Особенно актуальной эта проблема становится в связи с резким повышением миграционных потоков в условиях Крайнего Севера и ухудшением экологической ситуации в связи с активным промышленным освоением территорий. Теоретическая и практическая база для оптимизации различных систем жизнеобеспечения в этих условиях, включая медицинское, в настоящее время развита недостаточно.

В большинстве регионов Арктической зоны РФ все составляющие медицинского обеспечения населения по некоторым важным качественным показателям не соответствует установленным стандартам и международным индикаторам качества жизни. Это связано не только с устаревшими медицинскими технологиями, но, главным образом, со слабым внедрением современных информационных технологий в системы управления медицинским обслуживанием на разных этапах оказания медицинской помощи населению.

Все вышеизложенное является основанием для проведения исследований, направленных на разработку способов повышения качества управления системой медицинского обеспечения арктических поселений различного типа и масштаба.

Состояние исследования проблемы. Применительно к рассматриваемому направлению можно указать на работы учёных секции Геополитики и безопасности РАЕН по социально-политическому проекту «Актуальные проблемы безопасности социума» под руководством председателя научного совета Совета безопасности РФ Пирумова В.С., в области геоинформационных систем работы лаборатории объектно-ориентированных ГИС СПИИРАН (Попович В.В., Ивакин Я.А.), УНЦ «ГИС технологии» ЛЭТИ (Алексеев В.В., Куракина Н.И.), в области методологии оценки рисков работы СПбГПУ (Дубаренко К.А., Гуменюк В.И., Яковлев В.В.), в области ГИС работы ГМА им.

С.О.Макарова (Биденко С.И.), РГГМУ (Бескид П.П.), в области факторов, определяющих здоровье населения северных регионов работы Бурдейна А.В., Лясковика Ф.Ц., Налимова М.Ю., РГГМУ (Шелутко В.А., Фрумин Г.Т.Скакальский Б.Г., Ковчин И.С.), СПбГУРП (Шишкин А.И., Епифанов А.В.). Из зарубежных исследователей следует указать на работы Международной конференции по ГИС в здравоохранении, Санкт-Петербург, 2011). Основными исследованиями в области медицинской статистики являются работы, выполняемые по программам «Дети Севера» Центром полярной медицины ААНИИ и другими организациями.

Однако существуют резервы улучшения качества медицинского обеспечения, которые определяются всё более точными моделями систем управления качеством с использованием объектно-ориентированных интеллектуальных ГИС, развитием информационных технологий оптимизации распределения усилий на основе оценки рисков недостижения целей медицинского обеспечения с учётом обстановки в регионах, системе коммуникаций и реализации качества оказания медицинской помощи населению.

Таким образом, *объектом* настоящего исследования являются современные системы медицинского обеспечения, а *предметом* исследования – комплексная система управления качеством медицинского обеспечения Арктических городов и поселений на основе интеллектуальных ГИС.

Основной целью работы является разработка способов повышения качества медицинского обеспечения населения Арктических регионов РФ в соответствии с критериями, принятыми в мировом сообществе.

Целевая установка: на основе анализа факторов, определяющих качество жизни (здоровья населения) разработать методики выбора оптимального распределения усилий по обеспечению качества жизни в регионах с низкой плотностью населения и предложения по повышению эффективности управления медицинским обеспечением в условиях Крайнего Севера.

Для достижения поставленной цели решены следующие научные задачи:

-произведён анализ факторов, определяющих онтологии для геоинформационных систем, ориентированных на пространственную диспетчеризацию процессов медицинского обеспечения населения Арктических регионов РФ;

-разработана геоинформационная модель системы медицинского обеспечения и концепция её интеллектуализации с учетом влияния среды и технических характеристик средств, составляющих ее основные элементы,

-выявлены технические факторы, наиболее существенно влияющие на эффективность функционирования системы, с оценкой ее адекватности содержанию решаемых задач;

-обоснованы предложения по оптимизации системы медицинского обслуживания, основанные на удовлетворении мировым критериям качества её функционирования;

-выработаны рекомендации по рациональному оборудованию городов и поселений Арктической зоны России элементами систем медицинского обеспечения;

-обоснована целесообразность внедрения разработанных предложений.

Основной задачей работы явилось обоснование и разработка способов повышения качества функционирования систем медицинского обеспечения с учётом международных критериев и экономических факторов, как элемента качества жизни социума.

Основными методами исследований являлись анализ и обобщение данных, формирование базы данных в геоинформационной системе, аналитический расчёт, алгоритмизация и программирование, имитационное моделирование и статистический анализ. Основным инструментом реализации указанных методов явилось применение общей теории статистических решений, ГЭП - анализа, основанного на логико-вероятностных и логико-статистических методах, объектно–ориентированное моделирование, ма-

шинный эксперимент и сопоставление его результатов с данными, полученными в ходе исследования. Разработанные модели, алгоритмы и методики программно реализованы на персональном компьютере.

Основные научные результаты, выносимые на защиту:

1. Концепция информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения населения на основе интеллектуализации геоинформационных систем для диспетчеризации пространственных процессов;

2. Геоинформационная модель управления качеством медицинского обеспечения и конфигурация предметной области диспетчеризации пространственных процессов в виде онтологий;

3. Методика рационального оборудования городов и населённых пунктов Арктической зоны РФ системами медицинского обеспечения;

Кроме того, в качестве дополнительных научных результатов выдвигаются следующие:

-рекомендации по рациональному оборудованию Арктических городов и населённых пунктов системами медицинского обеспечения;

-предложения по структуре базы данных факторов, влияющих на качество медицинского обеспечения в Ямало-Ненецком АО, Долгано-Ненецком и Эвенкийском МР в интеллектуальной геоинформационной системе.

Научная новизна результатов исследований заключается в разработке концепции информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения поселений различного масштаба на базе объектно-ориентированной интеллектуальной геоинформационной модели, применении ГЭП - анализа и обоснования предложений по улучшению качества медицинского обеспечения Арктических городов и поселений.

Теоретическая и практическая значимость исследований состоит в дальнейшем развитии методов объектно-ориентированного моделирования интеллектуальных структурно-сложных информационных систем. К основным практическим результатам можно отнести анализ, обобщение и оценку данных по факторам, влияющим на качество медицинского обеспечения ре-

гионов Арктической зоны России в геоинформационной системе, рекомендации по выбору параметров и структуры системы медицинского обеспечения с учётом мировых индикаторов.

Достоверность научных положений и выводов подтверждена непротиворечивостью полученных результатов данным в литературных источниках, корректным применением современных методов математико-статистической обработки исходных данных, согласием с экспертными оценками.

Личный вклад автора заключается в формулировке задач, методическом обеспечении их решения и анализе полученных результатов.

Использование результатов исследований. Автор участвовал в ряде НИР и ОКР РосНИПИУрбанистики РФ и Агентства по наукоёмким и инновационным технологиям, относящихся к оптимизации схем территориального планирования и обеспечения качества жизни социума в соответствии с мировыми стандартами, а также в Федеральной целевой программе «Дети Севера», головным исполнителем которой является «Центр полярной медицины» Арктического и Антарктического научно-исследовательского института. Основные результаты работы использованы в НИР «ЯкутУрбан», «МурманУрбан», ЭвенУрбан, отчетах ФП «Дети Севера», учебном процессе РГГМУ, СЗПУ, ООО АНИИТ, ЯУВТ.

Апробация работы. Результаты исследований обсуждались на международных конференциях: «Экология: синтез естественнонаучного, технического и гуманитарного знания»- 2011 (Саратов)», «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов - 2011 (Санкт-Петербург)», научно-практических семинарах и конференциях в СЗТУ, СГУ, РГГМУ.

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 17 работах автора, включая 3 из перечня, рекомендованного ВАК.

Объем и структура работы. Работа объёмом 148 страниц состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы, включающего 126 наименований, содержит 30 рисунков и 16 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы, формулируется целевая установка, определяется содержание научных исследований в интересах народно-хозяйственных задач, вытекающих из критериев устойчивого развития.

В первой главе анализируются и обобщаются данные по существующим принципам и моделям медицинского обеспечения поселений и городов регионов Арктической зоны РФ с формированием базы данных по имеемым и используемым источникам, их характеристикам и факторам, определяющим качество медицинского обеспечения на различных этапах его реализации. Анализируются и классифицируются существующие способы формирования требуемого качества здравоохранения в зависимости от различных факторов на основе индикаторов устойчивого развития ООН-ХАБИТАТ в части медицинского обеспечения. Производится сравнительный анализ показателей качества жизни в части здравоохранения на основе международной системы индикаторов устойчивого развития, формулируется концепция информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения, определяющая содержание исследований.

Основной целью работы является разработка способов повышения качества медицинского обеспечения (КМО) населения Арктических регионов РФ в соответствии с критериями, принятыми в мировом сообществе. Для количественной оценки качества здравоохранения ВОЗ использует следующие показатели (критерии): 1. Расходы на здравоохранение, 2. Трудовые ресурсы здравоохранения и инфраструктура, 3. Охват услугами здравоохранения, 4. Смертность и бремя болезней, 5. Смертность и заболеваемость от конкретных причин, 6. Отдельные инфекционные заболевания (число зарегистрированных случаев), 7. Неравенство в отношении здоровья, 8. Демографическая статистика.

Производится сравнительный анализ показателей качества жизни в части здравоохранения на основе международной системы индикаторов устойчивого развития, что отражено на рис.1.

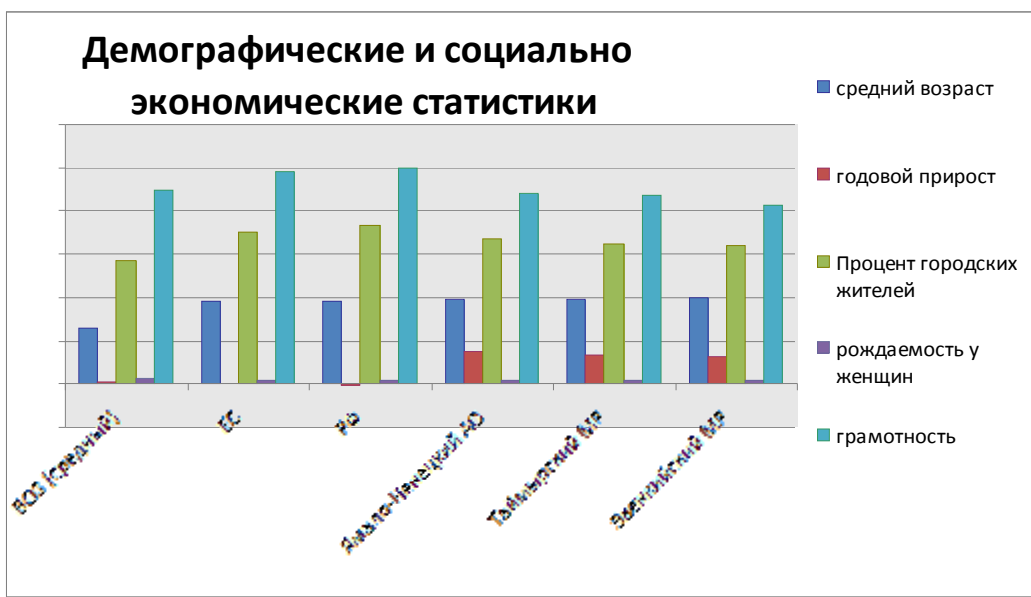
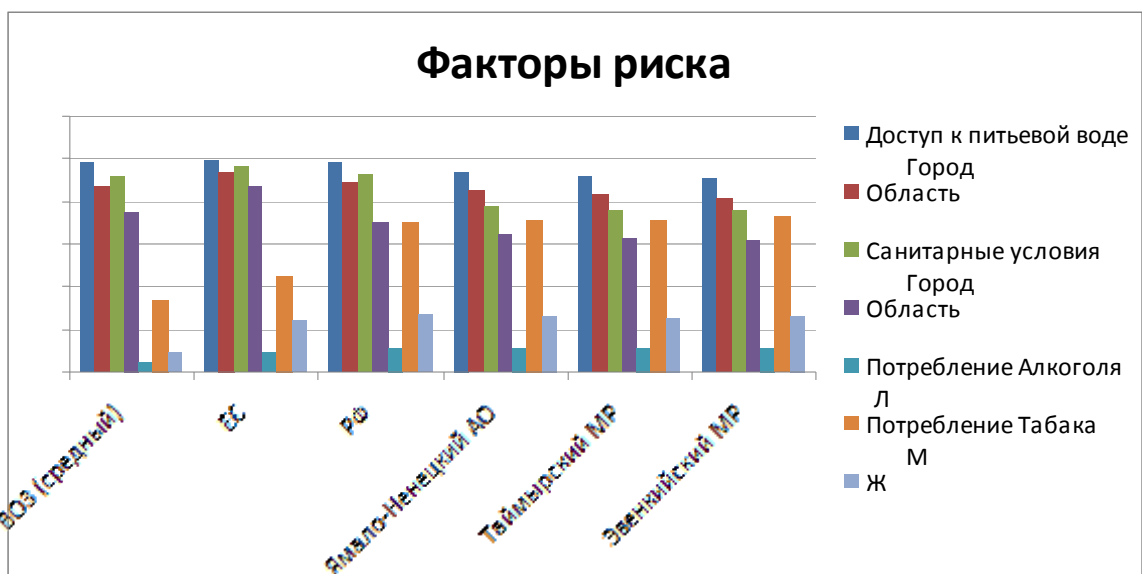
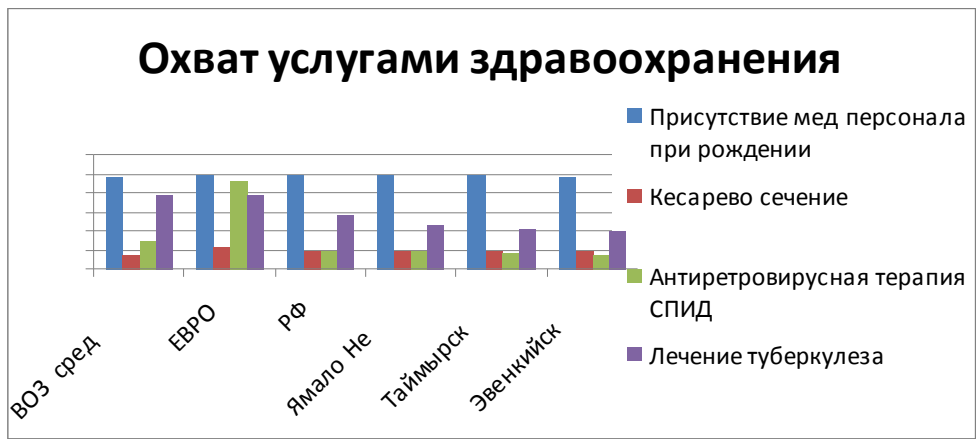


Рис. 1. Значения некоторых показателей ВОЗ для различных регионов

Для оценки рисков недостижения заданного качества медицинского обеспечения приемлемым является применение ГЭП - анализа, позволяющего оценить степень приближения вектора реальных параметров (КМО) к соответствующим индикаторам устойчивого развития, определяемым всемирной организацией здравоохранения.

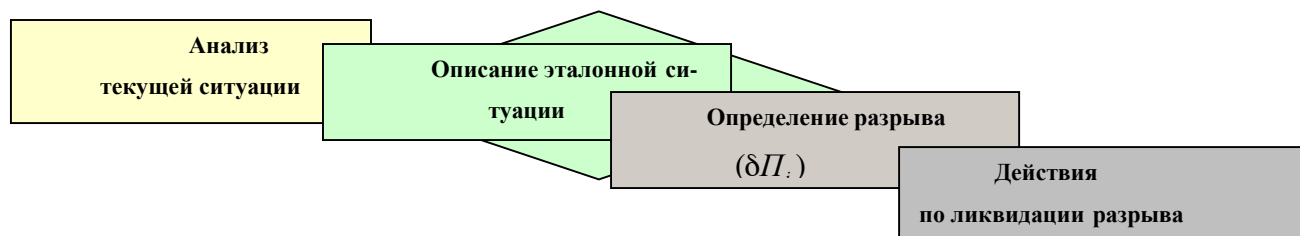


Рис. 2. Алгоритм ГЭП- анализа качества медицинского обеспечения

Физической основой оценки пространственного распределения параметров МКО является их зависимость от координат в геоинформационной системе. В общем случае вектор параметров может быть использован для сравнительной оценки по формуле

$$grad(\delta\Pi_i) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (\delta\Pi_i)_i, \quad (1)$$

Где $(\delta\Pi_i)$ отличие i -го параметра от нормы, $grad\delta\Pi_i$ - тенденция его изменения за L лет

Эти характеристики рекомендуется формировать в базе данных ГИС для использования при расчёте рисков некачественного медицинского обеспечения. Основным итогом исследований, представленных в главе 1, является разработка концепции информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения, структура которой представлена на Рис. 3.

Такой подход позволяет реализовать методику оценки качества МО с учётом пространственных характеристик территорий и масштабов городов и поселений в Арктике с использованием ГИС. Реализация базы данных в ГИС позволяет осуществлять пространственный анализ качества МО территории Арктической зоны России и визуализацию сложившейся обстановки. Выявленные в процессе исследования негативно эволюционирующие факторы определили необходимость разработки концепции информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения на базе ГИС-тех-

нологий и системного учёта их эволюции при прогнозировании и оптимизации здравоохранения.

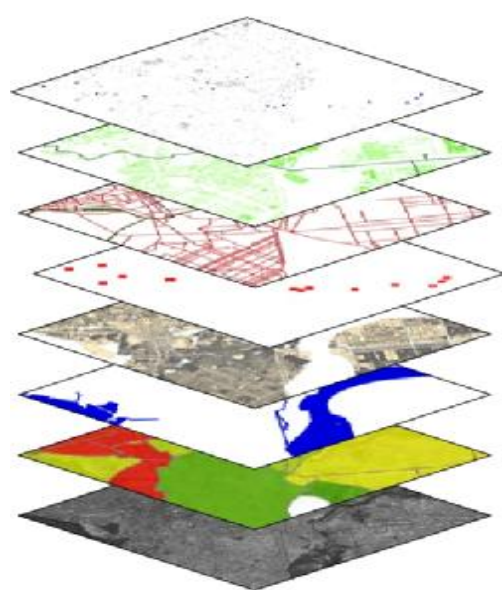
Формирование базы данных и базы знаний в ГИС по факторам, влияющим на здравоохранение и необходимым коммуникациям является важным элементом технологий информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения при управлении развитием территорий и оценке рисков некачественного медицинского обеспечения городов и поселений Арктической зоны России.



Рис. 3. Основное содержание концепции информационной поддержки управления качеством медицинского обеспечения

Во второй главе разрабатывается *геоинформационная модель типовой структуры централизованного медицинского обеспечения*, учитывающая специфику влияния различных факторов на способы формирования требуемого качества медицинского обеспечения в различных точках цикла его реализации. Применительно к Арктическим регионам РФ в качестве примера исследуются Ямало-Ненецкий АО (ЯНАО), Таймырский МР (ТМР) и Эвенкийский МР (ЭМР). Анализируются различные схемы здравоохранения, основанные на инновационных технологиях для сравнения качества медицинского обеспечения по различным показателям. Производится сравнительный анализ удельного веса различных способов в городах и населённых пунктах.

Для целей территориального планирования эффективным средством является построенный в геоинформационной системе георельеф рисков, определяющий распределение по территории различных факторов, влияющих на качество медицинского обеспечения. Результатом комплексного подхода к оценке рисков некачественного медицинского обеспечения (НМО) в ГИС явился практический расчёт для выбранного типового региона Арктической зоны, а структура ГИС представлена на Рис.4.



Возможности КМО
Распределение медресурсов
Гидрометеоусловия
Транспортные коммуникации
Связь
Георельеф рисков
Районирование поселений
Картографическая основа

Рис.4. Визуализация структуры ГИС

Многообразие возможных вариантов развития пространственных процессов и необходимость учета человеческого фактора обусловило необходимость качественного анализа этих процессов, что предопределяет внедрение в состав ГИС элементов искусственного интеллекта (ИИ).

Разработанная геоинформационная модель (Рис.5) на основе ее интеллектуализации, определяемой необходимостью учета человеческого фактора, предлагается в качестве эффективного инструмента при решении задач управления развитием территорий на региональном и муниципальном уровнях, территориальном планировании и эксплуатации систем МО в городах и поселениях Арктической зоны России.



Рис. 5. Обобщенное представление интеллектуальной ГИС

Следующей задачей исследования явилось согласование интеллектуальной системы с существующими ведомственными и территориальными ГИС на базе объектно-ориентированной модели среды. ГИС являются наиболее

эффективной формой реализации задач создания и управления компьютерной моделью территориально распределенных объектов.

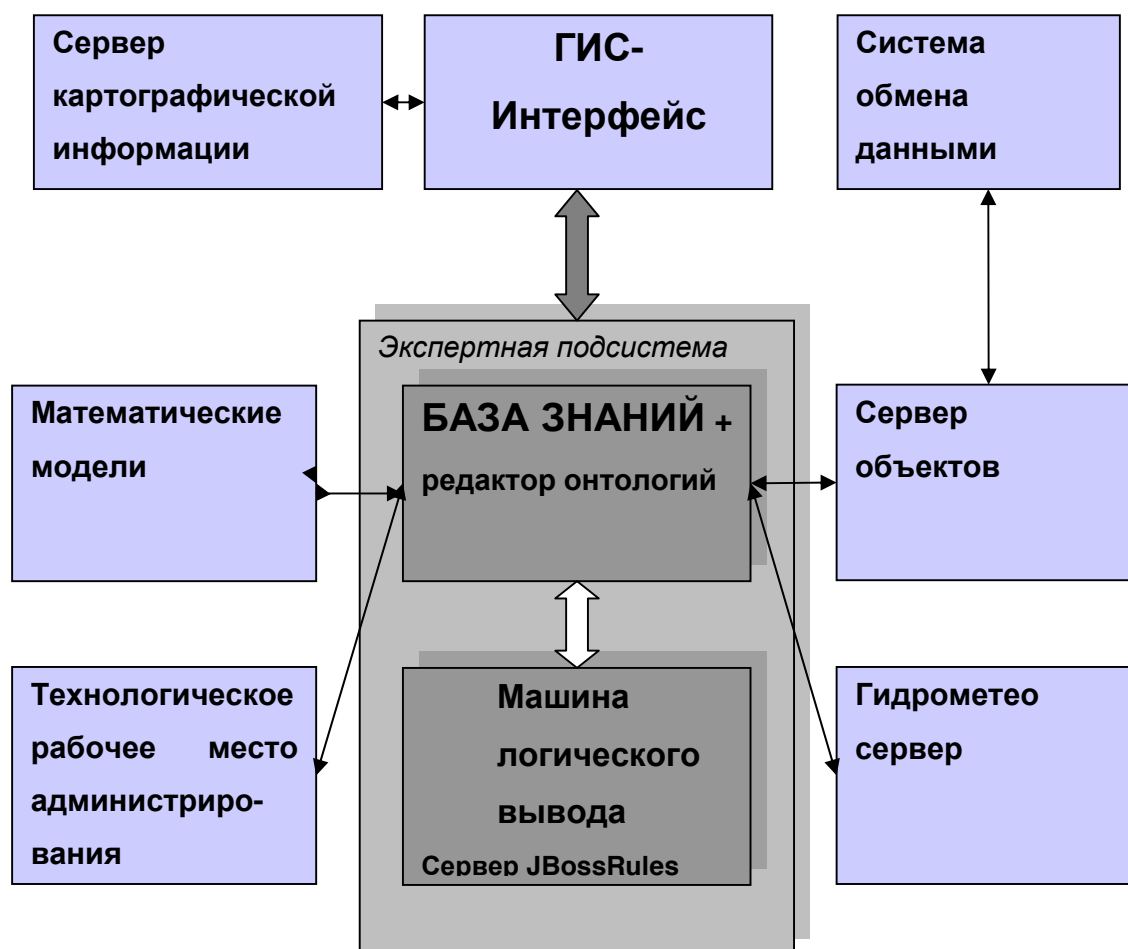


Рис. 6. Пример архитектуры интеллектуализированной ГИС для медицинского обеспечения

На основе опыта разработки геоинформационных приложений, интегрирующих в себя средства ИИ, обоснован состав компонент обобщенной архитектуры ГИС, ориентированных на использование в составе автоматизированной системы диспетчеризации пространственных процессов (АСДПП). В него вошли:

- 1) инструмент разработки баз знаний и редактирования онтологий;
- 2) ГИС-интерфейс;
- 3) сервер картографической информации;
- 4) сервер *JBossRules*, исполняющий роль машины логического вывода;
- 5) сервер администрирования;
- 6) система обмена данными с взаимодействующими системами;

- 7) сервер объектов;
- 8) сервер гидрометеоинформации;
- 9) совокупность математических моделей.

Третья глава посвящена анализу качества медицинского обеспечения населения в исследуемых регионах. На основе сформулированной в концепции организации медицинской помощи детскому населению, проживающему в регионах Крайнего Севера с низкой плотностью населения на примере ЯНАО, отдельными элементами внедрены: информационная сеть, связывающая районные медицинские учреждения с окружной медицинской базой, медицинскими учреждениями Москвы, Санкт-Петербурга и других городов России, СНГ и США; сеть доврачебного медицинского обслуживания с использованием санитарных помощников из числа коренных жителей тундры; лечебно-диагностические мобильные комплексы; временные диаграммы работы профилированных стационаров кратковременного пребывания для обслуживания детей с наиболее широко распространенной патологией. Разработаны возрастные нормативы показателей физического развития, антропологических характеристик черепа, артериального давления, УЗИ-характеристик внутренних органов детей коренных национальностей.

В третьей главе обоснован комплексный подход к оценке рисков некачественно медицинского обеспечения, понимаемого как структурно сложная система. Рассмотрены два основных подхода:

- с применением критериев, основанных на расчёте мультипликативных показателей по методу школы СПбГПУ;
- по методикам, используемым СПИИРАН для интеллектуальных геоинформационных систем (расчёт ущерба как недостижения цели);

При мультипликативном подходе основными базовыми категориями являются стоимости достижения цели и вероятности возникновения чрезвычайной ситуации при соответствующих пространственно-временных параметрах и физических условиях решения задачи. Для Арктических регионов пространственные и временные параметры имеют особый смысл, по-

сколькx труднодоступность районов возникновения чрезвычайных ситуаций может привести к недостижению цели при самом большом ресурсе. В качестве основного критерия безопасности выбрана количественная мера риска, которая может быть представлена в виде функции:

$$F(...C, t, K ...) = W(...C, t, K ...) \cdot M(...C, t, K ...) \quad (2)$$

где C – стоимость ликвидации эпидемии (состав сил и средств, способ доставки их к месту эпидемии); t – время доставки сил и средств; K – климатические условия в районе; $P(\cdot)$ – вероятность возникновения эпидемии; $Q(\cdot)$ – ожидаемый ущерб в случае возникновения эпидемии.

Основную значимость в функции (1) играют аргументы C и t – управляемые переменные. Остальные аргументы, входящие в функцию (2) принимаются параметрами.

Повышение эффективности медицинского обеспечения адекватно описывается устремлению функции к минимальному значению:

$$F(...u, K ...) \rightarrow \min_{u \in U} F(...u, K ...) \quad (3)$$

где u – функция управления:

$$u = u(C, t) \quad (4)$$

Как показывает опыт, решение задачи (3.2) можно свести к поиску оптимума по одному из аргументов: C или t .

В целом, задача исследований состоит в поиске такого управления, которое доставит функции (3.1) минимальное значение при фиксированном времени:

$$\left. \min F(...C...) \right|_{t=\text{const}} \quad \begin{aligned} F(...C^*, t, K ...) &= \min_C F(...C, t, K ...) \\ C^* &\in \{C | C_{\min} < C < C_{\max}\} \end{aligned} \quad (5)$$

или при фиксированной стоимости ликвидации эпидемии:

$$\left. \min F(...t...) \right|_{C=\text{const}} \quad \begin{aligned} F(...C, t^*, K ...) &= \min_t F(...C, t, K ...) \\ t^* &\in \{t | 0 < t < t_2\} \end{aligned} \quad (6)$$

где t_2 – момент времени, после достижения которого нанесенный ущерб будет максимальным независимо от принятого решения.

Метод целевой функции предполагает более корректное определение существа риска по сравнению с выражением (2). Кроме параметров, участвующих в решении задачи определения значений риска по мультипликативному критерию, необходима дополнительная информация о затратах и о потенциальной экономической (платежной) способности предприятия, региона или лица, ответственного за принятие решения. Целевая функция риска $\Pi(s)$ рекомендована в работе в следующем виде:

$$\Pi(s) = \frac{s_0 \cdot (1 - W(s_k))}{S} + \frac{[(k \cdot M_v + g \cdot N_v) - m(s_1)] \cdot W(s_k)}{k \cdot M_{\max} + g \cdot N_{\max}}, \quad (7)$$

где s_0 - затраты на создание технической системы (объекта); $W(s_k)$ - вероятность возникновения эпидемии, значение которой определяется средствами s_k , затрачиваемыми на профилактику заболеваний; M_v - прогнозируемый ущерб здоровью людей и окружающей природной среде; N_v - прогнозируемые людские потери в размерности выбранных финансовых средств; s_1 - затраты на обеспечение безопасности системы (снижение ожидаемого ущерба); s_k - средства, выделяемые на профилактику заболеваний; k , g - коэффициенты приведения стоимостных показателей ущерба и потери населения к единой мере; $m(s_1)$ - функция предотвращенного ущерба, значение которой определяется выделяемыми средствами s_1 :

$$m(s_k) = k \cdot m_v(s_M) + g \cdot n_v(s_N) \quad (8)$$

$m_v(s_M)$ - предотвращенный материальный ущерб; $n_v(s_N)$ - предотвращенный ущерб вследствие людских потерь; $s_1 = s_M + s_N$; S - потенциальная платежная способность заказчика или лица, ответственного за принятие решения.

$$S \geq s_0 + s_M + s_N + s_k \quad (9)$$

Вероятность негативного воздействия на среду обитания $W(s_k)$ может быть представлена в виде зависимости от надежности исследуемой системы:

$$W(s_k) = W(s_x) \cdot [1 - P(s_y)] \quad (10)$$

где $s_k = s_x + s_y$; $W(s_x)$ - вероятность развития эпидемии в чрезвычайную ситуацию. Значение этой вероятности зависит от объема средств s_x , выделенных на локализацию эпидемии; $P(s_y)$ - надежность (вероятность безотказной работы) системы, значение которой зависит от средств s_y выделенных на повышение надежности.

При стремлении вероятности возникновения эпидемии к нулю величина функции риска стремится к отношению затрат на создание системы (объекта) к потенциальным платежным способностям (состоянию) заказчика. При стремлении вероятности возникновения эпидемии к единице - значение показателя риска определяется вторым слагаемым, т.е. относительным ущербом. Напрашивается вывод о том, что для высоконадежных, хорошо защищенных систем следует обращать внимание на риск в виде относительной стоимости системы. В случае, когда вероятность возникновения эпидемии достаточно высока, особого внимания заслуживает вклад средств на профилактику заболеваний и охрану здоровья населения.

При применении подходов школы СПИИРАН в качестве «ущерба» полагают недостижение цели в узком или широком смысле.

В общем случае цель в "узком" смысле может задаваться в некотором пространстве существенных параметров, в данном случае 8 параметров ВОЗ, которые с позиций теории эффективности систем являются частными показателями эффективности функционирования системы. Идеальная точечная цель в этом пространстве определяется концом вектора цели. Однако на практике в любой области деятельности обычно имеют дело с целями, которые задаются некоторой областью. Причем имеются внешние "опасные" границы (ОГ), обозначаемые как $l(x_{ог})$ - за ними цели полностью не достигаются, и "внутренние" границы (ВГ), представляемые в виде $l(x_{вг})$. Последние выделяют зону, в которой с допустимой точностью рассматриваемая цель достигается полностью.

Если целью функционирования является достижение цели K , имеющей ряд подцелей K_i , ($i = 1, n$). Абсолютное достижение каждой из подцелей ха-

рактируется эталонным значением x_m соответствующего параметра. Области определения подцелей K_i заданы в n -мерном пространстве параметров в виде двух гиперсфер радиусов r_i и R_i соответственно определяющих $I(x_{вг})$ и $I(x_{ог})$, т.е. областей: а) полного и б) частичного достижения целей K_i в) области полного недостижения целей K_i . В геометрической интерпретации это представлено в виде соответствующих областей в двумерном пространстве.

Цель управления в "узком" смысле — это количественно определенная в пространстве параметров, показателей и критериев, а для динамических целей еще и во времени, область желаемых значений, отвечающих при их полном достижении "объективно" или "субъективно" оптимальному функционированию рассматриваемой системы, а при частичном достижении цели — вызывающих определенный "ущерб" в ее функционировании. Целевая организованность является важнейшим видом организованности, которая имеет место в социальных, экономических, биологических и искусственных системах, т.е. во всех системах, функционирование которых обеспечивается процессами управления. К числу таких систем относится и АСДПП.

В четвёртой главе на основе разработанных геоинформационных технологий выполнено обоснование целесообразных способов доставки медицинских бригад в зависимости от ситуаций, обоснован оптимальный масштаб городов и поселений Арктической зоны в геоинформационной системе управления качеством медицинского обеспечения, выполнен обзор транспортных средств и мобильных медицинских комплексов для оказания медицинской помощи населению Крайнего Севера, произведён SWOT-анализ предлагаемых средств доставки медицинской помощи.

На основе анализа обоснованной целевой функции определён масштаб поселений, рекомендуемый для обеспечения средствами медицинской помощи. В реальных условиях таким масштабом является в настоящее время регион с населением порядка 300-400 человек, который для Арктической зоны РФ может представлять собой площадь 6-8 тыс. кв. км. Эта задача постав-

лена и решена в игровой постановке, при этом задачу удалось свести к задаче линейного программирования. Алгоритм решения задачи:

1. Выбор целевой функции

$$F(x) = \sum_{i=0}^n x_i \quad (11)$$
$$x_i = \frac{P_i}{v}$$

где p_i – вероятность; v – цена игры.

2. Формирование ограничений и граничных условий.

3. Выполнение расчетов.

4. Анализ полученных результатов.

Для подтверждения работоспособности методики выполнены расчеты для конкретного поселения: стоимость доставки на поселение бригады мед. помощи $C1 \approx 37$ тыс. руб. Стоимость поддержания уровня медицинской оснащенности для осуществления мероприятий $C2 \approx 18$ тыс. руб. Для оказания медицинской помощи лечебно-диагностической аппаратуры необходимо $m0 = 1$ а, $m1 = 3$ а, $m2 = 5$ а, $m3 = 6$ а, $m4 = 8$ а. Требуется определить оптимальное количество пунктов оказания медицинской помощи одной бригадой. Дополнительно должен быть оптимизирован маршрут передвижения медицинских бригад и вид транспортных средств.

Необходимо рассчитать значения вероятностей p_0, p_1, p_2, p_3, p_4 , с которыми будет осуществляться доставка бригады в зависимости от различных факторов. Целевая функция (11) выражается матрицей, в которой основными ограничивающими факторами являются: время доставки медицинской бригады в поселение или больного в стационар (время от получения сигнала до момента его реализации), гидрометеорологические условия в регионе, наличие соответствующих специалистов и транспортно-коммуникационные возможности.

Все решения выполнены в среде MathCad. Оптимальная количество пунктов оказания медицинской помощи силами одной мобильной бригады

специалистов составляет 5, что эквивалентно территории площадью 20 тысяч квадратных километров.

Часто возникает задача выбора профессионального медицинского формирования, (далее – ПМФ) для осуществления мер по локализации и ликвидации эпидемий, оказанию неотложной медицинской помощи. Распределение сил и средств ПМФ к месту оказания экстренной неотложной помощи на территории поселения можно свести к транспортным задачам двух видов: со сбалансированным и разбалансированным запасом сил и средств. Целевая функция в данном случае будет иметь вид (общая стоимость перевозок):

$$F(x) = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} c_{i,j} \cdot x_{i,j} \quad (12)$$

где $c_{i,j}$ – стоимость доставки одной медицинской бригады от i -го стационарного пункта ПМФ (a_i) к месту оказания неотложной медицинской помощи на территории j -го поселения (b_j).

Для проверки работоспособности методики были выполнены расчеты рационального распределения средств между маршрутами перевозок.

Полученные в результате решения задачи распределения медицинских бригад соответствуют минимальному значению целевой функции (12), т.е. – минимальным затратам на перевозку. Таким образом, можно сделать вывод, что оптимальным по минимуму стоимости и удовлетворению потребностей медицинского обеспечения при данных условиях будет выбор ПМФ2. Задача решена при $t = 6$ часов, что является регламентированным временем для решения соответствующей задачи. Вместе с вышеперечисленными задачами актуальной является задача поиска оптимального варианта маршрута ПМФ для *достижения пункта возникновения эпидемии в кратчайшее время.*

Оптимальным является перемещение мобильного лечебно-диагностического центра по территории с низкой плотностью населения, труднодоступного и с экстремальными климатическими условиями региона по случайным траекториям и временным параметрам.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Решение задач диссертационного исследования позволило получить новые научные и практические результаты, составляющие концепцию интеллектуализации геоинформационных систем при решении задач медицинского обеспечения населения Арктической зоны России.

1. Разработанная модель интеллектуальной ГИС позволяет повысить эффективность управления качеством медицинского обеспечения в экстремальных природно-климатических условиях малонаселенных труднодоступных регионов.

2. Методика сравнения «Индикаторов качества медицинского обеспечения» на основе ГЭП - анализа является эффективным инструментом в системе прогнозирования рисков и соответствующих мероприятий здравоохранения .

3.Рекомендации по рациональному оборудованию населенных пунктов Арктических регионов медицинскими центрами и медицинскими работниками «узких» специальностей могут быть эффективно использованы в проектах и программах управления развитием территорий.

4.Реализация предложений по структуре базы данных патологий и влияющих факторов на здоровье населения на основе интеллектуальных ГИС позволит осуществлять более качественный прогноз необходимого медицинского обеспечения.

5.Результаты исследований могут явиться важной основой принятия решений на муниципальных, региональных и федеральном уровнях в системе обеспечения безопасности социума, включая право каждого гражданина на качественное медицинское обслуживание.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Седова А.П. Экологический мониторинг приземного слоя атмосферы. // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М. – 2007, - № 10. – с. 58-61.
2. Седова А.П. Мониторинг загрязнения приземного слоя атмосферы выбросами промышленных предприятий и автотранспорта// Естественные и технические науки.- № 2 (34). – 2008.- С. 307-308.
3. Малик С., Седова А.П., Ткаченко Н.Н. Технологии информационной поддержки управления безопасной эксплуатацией газопроводов в гидрометеоусловиях Республики Пакистан. Учёные записки РГГМУ № 1, 2012, СПб.-с.
4. Седова А.П., Холкин В.Ю. Технологии географических информационных систем в задачах контроля и управления состоянием окружающей среды // Объединенный научный журнал. – М. – 2006. - № 9. – с. 61-63.
5. Седова А.П. Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения, как составляющая экологического мониторинга на основе ГИС-технологий // Докл. IX Межд. научно-практической конференции «Экология и жизнь» - Пенза.: ПДЗ, 2006. – с. 58 - 61.
6. Малик С., Митько В. Б., Седова А.П. Технологии геоинформационной поддержки управления качеством жизни в арктических регионах России. Труды II Всерос. Научн.-практ. форума «Экология: синтез естественно-научного, технического и гуманитарного знания», Саратов.-2011
7. Малик С., Митько В. Б., Седова А.П. Геоинформационные технологии систем жизнеобеспечения в Арктических регионах России. Труды IV Межд. Конгресса. «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития арктических регионов». СПб.:ООО «ПИФ.СОМ», 2011.-с.9-12
8. Седова А.П. Особенности экологического мониторинга загрязнения окружающей среды выбросами автотранспорта // Техника и технология. № 6 (12). – М.: Изд-во ООО «Компания Спутник +», 2005. – с. 28-29.

9. Седова А. П. Основные понятия и тенденции математического моделирования в задачах управления состоянием окружающей среды // Естественные и технические науки. № 6 (20). – М.: Изд-во ООО «Компания Спутник +», 2005. – с. 211-212.
10. Седова А.П. Математическое моделирование риска в задачах управления состоянием окружающей среды, связанное с обеспечением процессов мониторинга вредных веществ в отработавших газах автотранспорта // Докл. Межд. научно-практической конференции «Экономические и экологические проблемы регионов СНГ» - Астрахань.: Изд-во АГТУ, 2006. – С. 349-353.
11. Седова А.П. Воздействие особо опасных отходов на окружающую природную среду и здоровье человека // Докл. Межд. научно-практической конференции «Окружающая среда и здоровье» - Пенза.: МНИЦ, 2006.
12. Седова А.П. Пространственный анализ неоднородных потоков информации в реализации компьютерных систем экологического мониторинга // Докл. VI Межд. научно-практической конференции «Состояние биосферы и здоровья людей» - Пенза.: РИО ПГСХА, 2006. – с. 226 - 228.
13. Седова А.П. Экологическая защита воздушного бассейна и населения Осташковского района Тверской области // Докл. VIII Международной научно-практической конференции «Новые химические технологии: производство и применение» - Пенза.: ПДЗ, 2006. – с. 104 - 105.
14. Седова А.П. Уравнение турбулентной диффузии примесей // Докл. I Международной научно-технической конференции «Аналитические и численные методы моделирования естественнонаучных и социальных проблем» - Пенза.: ПДЗ, 2006. – с. 37- 40.
15. Седова А.П. Практические мероприятия и рекомендации по решению экологических проблем г.Осташкова // Докл. V Международной научно-практической конференции «Стабилизация экономического развития Российской Федерации» - Пенза.: РИО ПГСХА, 2006. – с. 82 - 84.

16. Седова А.П. Интеллектуальные системы экологического мониторинга // Тез. Докл. Межд. конференции «Информационные технологии в образовании, технике и медицины» - Волгоград.: ВГТУ, 2006. – с. 172- 173.
17. Седова А.П., Холкин В. Ю. Закономерности рассеяния примесей воздушной среде от основных источников поступления загрязняющих веществ в атмосферу // Доклады юбилейной научно-технической конференции. сб. докл. том 1 - СПб.: Изд-во СЗТУ, 2006. – с. 150-154.