

МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ЕДИНОГО МЕДИЦИНСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

В.И. Гриценко¹, Л.М. Козак¹, А.С. Коваленко¹,
А.А. Пезенцали¹, Н.С. Рогозинская¹, В.Г. Осташко²

¹Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины

²Государственный клинический научно-практический центр телемедицины МЗ Украины

Рассмотрены первые шаги становления нового комплексного научного направления — разработка информационного обеспечения медицинских информационных систем (МИС). Проведен анализ прошлых и современных исследований для обеспечения процесса информатизации здравоохранения в Украине с учетом задач, которые были поставлены Н.М. Амосовым и решаются в настоящее время. Представлены результаты разработки теоретических и практических основ проектирования МИС, вопросов формализации и моделирования разных этапов лечебно-диагностического процесса, разработки информационных средств анализа медицинских данных о здоровье населения Украины, принципов формирования и функционирования телемедицинских сетей и путей внедрения медицинских цифровых технологий.

Розглянуто перші кроки становлення нового комплексного наукового напрямку — розробка інформаційного забезпечення медичних інформаційних систем (МІС). Проведено аналіз минулих і сучасних досліджень для забезпечення процесу інформатизації системи охорони здоров'я в Україні з урахуванням завдань, які були поставлені М.М. Амосовим і вирішуються в даний час. Надано результати розробки теоретичних і практичних основ проектування МІС, питань формалізації і моделювання різних етапів лікувально-діагностичного процесу, розробки інформаційних засобів аналізу медичних даних про здоров'я населення України, принципів формування і функціонування телемедицинських мереж і шляхів впровадження медичних цифрових технологій.

ВВЕДЕНИЕ

Уже несколько десятилетий решение глобальной задачи улучшения системы здравоохранения связывается во всем мире с интенсификацией таких научных направлений, как кибернетика и информатика. Шестидесятые годы прошлого столетия отмечались интенсивным развитием кибернетики, формированием и становлением ее как фундаментальной науки, тесно связанной с практической реализацией теоретических разработок. Основатель и первый директор Института кибернетики АН УССР академик В.М. Глушков, предвидя возрастающую универсальность кибернетики как научного инструмента, дает жизнь новым направлениям научного поиска, инициирует создание отдела биокибернетики в руководимом им институте, где начинают развиваться теоретические основы применения кибернетики в таких областях, как биология и медицина, имеющих непосредственный

выход в практику.

Основоположник отечественной биокибернетики академик Николай Михайлович Амосов, вспоминая первые годы деятельности руководимого им отдела биокибернетики, отмечал: «Кибернетику мы начали с диагностических машин» [1]. Академик Н.М. Амосов и его сотрудники разработали первые стандартизированные истории болезни, ставшие прототипом для будущих электронных медицинских документов. Уровень развития вычислительной техники, методов и средств представления и анализа информации о пациенте в середине прошлого века не мог обеспечить успешное решение задач компьютерной диагностики, однако «польза была: осталась и до сих пор действует, так называемая "формализованная" история болезни. В ней заготовлены все признаки, только подчеркивай, проставляй цифры и совсем мало текста — облегчение врачам» [1].

Усложнение компьютерной техники, развитие методологических основ анализа, моделирования и управления состоянием сложных систем, какими являются физиологические и патологические процессы в человеческом организме, обусловили становление и развитие медицинской информатики как перспективной науки и новых информационных технологий — научной базы для внедрения достижений кибернетики и информатики в практическое здравоохранение.

В медицине начинает внедряться в жизнь принцип равных возможностей получения должной медицинской помощи для пациентов вне зависимости от места проживания. Задача приближения высоко квалифицированных лечебно-диагностических услуг к пациентам в лечебных учреждениях, отдаленных от крупных клинических центров, стала решаться с применением информационно-коммуникационных технологий — начался этап ускоренного развития телемедицины.

Стремительно возрастающая интенсивность потоков информации приводит к необходимости преобразования носителей и средств ее передачи. Возникает острая необходимость в мощных специализированных базах и банках данных, насущные задачи повышения оперативности обработки больших массивов информации стимулируют разработку распределенных баз данных и средств управления ими. В последнее десятилетие медицинская кибернетика обогащается средствами грид-технологий, дающих возможность за счет использования параллельных процессов при обработке очень больших массивов информации снизить затраты времени и техники для многих отраслей медицины, таких как эпидемиология, медицинская демография и др.

Цель данной работы — проанализировать истоки, пути становления и результаты современных разработок в области информатизации системы здравоохранения в Украине.

МЕДИЦИНСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА (МИС)

Первые шаги при формировании этого нового комплексного научного направления были посвящены формализации медицинских документов и формированию алгоритмов обработки и анализа медицинской информации

для принятия решений — постановка диагноза, выработка тактики лечения и реабилитации пациента. В 1971 г. лаборатория медицинских информационных систем (МИС) отдела биоккибернетики преобразовывается в самостоятельный отдел МИС под руководством д.мед.н. Анатолия Александровича Попова. Опыт первых разработок представлен в книге «Медицинская информационная система» под общей редакцией Н.М. Амосова и А.А. Попова, первое издание которой вышло в свет в 1971 г. [2]. В этой монографии поставлены вопросы и даны первые решения по трансформации форм представления медицинских данных, организации их автоматизированной обработки, по созданию формализованных историй болезней для некоторых нозологических групп и подходов к разработке математического обеспечения отдельных блоков медицинской информационной системы.

Каждый новый результат ставил следующие задачи перед исследователями. Начали разрабатываться автоматизированные системы ввода, учета и хранения данных и информации о пациенте. На основе формализованной карты амбулаторного больного были созданы информационные системы (ИС) для поликлиники и курортных служб. Это, прежде всего, автоматизированная система «Курорты», которая была внедрена в некоторых санаториях Крыма, и стандартизированная история болезни, которая использовалась в Институте кардиологии им. Н.Д. Стражеско [3].

Параллельно шло развитие экспертных систем, которые предоставляли возможность автоматизированного анализа значимых показателей и симптомов определенных патологий для постановки диагноза, создавались справочные системы автоматизированного поиска и выбора фармацевтических препаратов и лечебных процедур; эти системы нацелены на оптимизацию работы врача с пациентом с помощью средств вычислительной техники [4–6]. Развитие этого направления привело к созданию специальных информационных стандартов — специализированных классификаторов и тезаурусов, например SNOMED-CT [7].

Разработаны информационные технологии моделирования лечебно-диагностического процесса амбулаторно-поликлинического учреждения, методы формализации диагнозов, медицинских документов и записей [8]. Моделирование технологических процессов в медицинском учреждении в настоящее время лежит в основе проектирования информационных систем и дает возможность более полно описывать и исследовать эти процессы [9–10].

Повышение сложности задач, решаемых МИС, предопределило наращивание сложности внутренней организации этих систем за счет более полного охвата специфических и организационных бизнес-процессов разных типов медицинских учреждений. На решение этих задач нацелены исследования и разработки отдела медицинских информационных систем Международного научно-учебного центра информационных технологий и систем НАН Украины и МОН Украины.

Предпроектное исследование ИС. По результатам структурно-функционального анализа деятельности лечебно-профилактических

учреждений (ЛПУ) нами показана необходимость при разработке комплексных информационных систем (КИС) учитывать зависимость процессов медицинского обслуживания от факторов, характеризующихся сложной прогнозируемостью и связанных с совершенствованием норм медицинского обслуживания. Эффективность деятельности ЛПУ в таких условиях зависит от четкой организации потоков медицинской информации, от оперативного учета большого объема медицинской, хозяйственной, административной информации. Одна из проблем внедрения информационных систем заключается в неполном соответствии этих систем реальным потребностям ЛПУ, так как, в основном, имеющиеся системы ориентированы на формирование выходных данных работы учреждения (автоматизацию учетно-отчетной деятельности ЛПУ) и только частично поддерживают специфическую деятельность специалистов-пользователей (планирование деятельности, принятие профессиональных решений, учет, контроль, анализ выполнения рабочих заданий). Это обусловило постановку задачи предпроектного анализа функционального наполнения информационных систем медицинского профиля.

Для решения данной задачи выделены и обоснованы ведущие функции КИС, осуществлены разработка и исследование функциональной модели КИС и определение степени представленности этих функций в конкретных автоматизированных рабочих местах (АРМ) как единицах целостной ИС [11]. Основным результатом предпроектного исследования является предоставление возможности принятия обоснованного решения о приоритетах реализации тех или иных функций системы, о временных параметрах проекта с учетом очередности реализации этих функций, что служит основой повышения эффективности деятельности медицинского учреждения за счет внедрения разработанных КИС.

Планирование медицинской деятельности. При подготовке к реализации функции планирования медицинской деятельности нами выделены пять основных классов объектов: *Задача, Срок, Ресурс*, традиционно используемые в классических методах сетевого планирования, а также классы *Субъект, Объект*, так как медицинская деятельность строго привязана к участникам этой деятельности (к врачам и пациентам).

Сформулированные принципы и механизмы планирования медицинской деятельности позволили разработать обобщенный алгоритм планирования и применить его для решения конкретных медицинских задач: планирование профилактических осмотров декретированной категории пациентов, распределение рабочего времени медицинского персонала, управление потоком пациентов, планирование лечения пациента [12].

БУДУЩАЯ КИБЕРНЕТИКА В БУДУЩЕЙ МЕДИЦИНЕ

В 1974 г. Николай Михайлович Амосов пишет статью «Будущая кибернетика в будущей медицине», в которой раскрывает свое видение перспектив развития медицинской кибернетики [13]. Н.М. Амосов отмечает основные этапы развития любой науки и показывает их отражение в

становлении медицинской кибернетики. Понимая необходимость создания информационных поисковых систем («неизбежный этап в движении к будущей совершенной медицине» [13, с. 127]), Николай Михайлович приводит ряд требований к информационным системам в медицине. Развитые МИС должны (цитируем по [13, с. 128]):

а) охватывать весь лечебный процесс: поликлиника — больница; диагностика — прогнозирование — лечение — последующее наблюдение;

б) использовать единую медицинскую документацию для рутинной работы врача и общения с машиной;

в) обеспечивать максимальный объем объективной первичной информации, получаемой с помощью стандартной техники. «Субъективная» информация должна быть тоже максимально стандартизирована;

г) использовать единый язык для всей клинической медицины и для ее отдельных областей. ... В то же время система должна допускать произвольное описание отклонений больного и «особого мнения» врача и быть способной перерабатывать эту нестандартизированную информацию.

Проанализируем, как эти идеи реализованы и реализуются в наше время.

Госпитальные информационные системы. В 70-х и 80-х гг. XX века разрабатывались информационные системы, в которых были реализованы только некоторые функции и технологические цепочки, присущие медицинскому учреждению. Как мы указывали выше, чаще всего реализовывались функция статистической обработки данных и подготовка отчетной документации. Они создавались в DOS, использовались такие системы управления базой данных, как dBase или CLIPPER. В настоящее время госпитальные информационные системы создаются как комплексные системы, которые объединяют информационную поддержку всех технологических процессов, имеющих место в медицинском учреждении. В Украине этот процесс имеет постепенный характер, но реализация таких систем осуществляется на базе Web-технологий с созданием специальных хранилищ данных.

Формализованные медицинские документы. В 70–80-х гг. XX века научными сотрудниками отдела МИС Института кибернетики АН УССР совместно со специалистами исследовательских институтов медицинского профиля, таких как Институт кардиологии им. Н.Д. Стражеско, НИИ педиатрии, акушерства и гинекологии, НИИ пульмонологии, были разработаны стандартизированные медицинские документы по многим направлениям — кардиология, пульмонология, гинекология, ожоговая патология и др. В таких формализованных историях болезни был реализован принцип стандартизации представления медицинских данных в виде справочных структур. Формализованные истории болезни давали возможность быстрого заполнения учетного медицинского документа медицинским работником. Их внедрение в ряде медицинских учреждений и НИИ медицинского профиля позволило собирать более полную информацию о пациенте и стандартизировать процесс заполнения медицинского документа.

Разработанные методы и принципы стали предшественниками создания

медицинских информационных стандартов. Развитие работ в этом направлении привело к созданию электронных медицинских записей и документов, в основу которых положены международные медицинские информационные стандарты Health Level 7, open EHR. В настоящее время они постепенно внедряются в Украине и применяются при создании медицинских информационных систем [14].

В Международном центре проводится постоянная работа по гармонизации международных информационных стандартов в медицине. Отдел МИС, являясь базовой организацией подкомитета 53 «Медицинские информационные стандарты» комитета 20 «Информационные стандарты» Госстандарта Украины, подготовил и внедрил за последние годы шесть международных стандартов, включающих описание классификаторов медицинских услуг и хирургических процедур, обеспечение обмена сообщениями в сетевых средах и передачи цифровых изображений в медицине (DICOM), управления документооборотом и данными, Web-доступ к файловым объектам системы DICOM [15].

Медицинская статистика. При анализе путей внедрения разработок кибернетики в медицине Н.М. Амосов особо подчеркнул одну из задач медицинской кибернетики — обработку и анализ медицинских данных о здоровье населения: «Механизация учета, отчетности, анализа заболеваемости и эффективности лечения крайне нужна, потому что должна дать информацию по главному пункту — уровню здоровья и болезненности населения. Именно эти сведения должны вселять тревогу и стимулировать поиски новых путей» [13, с.129].

В настоящее время происходит становление системы контроля и управления в здравоохранении, которая должна обеспечивать мониторинг и исследование основных рисков состояния здоровья населения, характеризовать и прогнозировать основные тенденции предоставления медицинской помощи, создавать информационную основу для оценивания эффекта внедрения новых методов и технологий и принятия управленческих решений.

Для эффективного мониторинга популяционного здоровья в Международном центре разработана информационная технология (ИТ) исследования состояния здоровья населения как отдельных регионов, так и Украины в целом. ИТ основывается на выявлении, математическом моделировании и анализе взаимосвязи между тремя основными показателями медицинской статистики (показатели заболеваемости, распространенности и смертности вследствие заболеваний) с помощью предложенных комплексного индикатора «оценка смертности вследствие заболевания», характеризующего риск причинной смертности с учетом существующего уровня заболеваемости, и интегрального показателя оценки смертности по группам основных заболеваний [16]. Разработанная ИТ представляет собой технологию открытого типа, и, следовательно, в ней могут быть применены различные алгоритмы проведения исследования, изменены перечень применяемых методов математической обработки данных и методика расчета ключевых показателей.

ИТ содержит три последовательных этапа: формирование массивов статистических показателей, построение системы информативных показателей и исследование состояния здоровья населения различных регионов (рис. 1).

На первом этапе проводится формирование однородных массивов и дескриптивный анализ первичных медико-статистических данных, полученных региональными управлениями здравоохранения по иерархической цепи от подчиненных учреждений и ведомств либо экспортированных из открытых официальных источников, а также социально-экономических показателей (СЭП), показателей ресурсного обеспечения здравоохранения и экологической статистики. На этом этапе также осуществляется расчет относительных статистических показателей — общих коэффициентов в расчете на 100 тыс. населения. Показатели за данный отчетный период объединяются в единые выборки с показателями предыдущих периодов, и все значения сохраняются в базе данных.

На втором этапе ИТ сформированные массивы статистических показателей дополняются сбалансированными комплексными индикаторами и интегральными показателями, рассчитанными с помощью разработанных методик для оценивания состояния здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности вследствие заболеваний по каждой нозологической группе. Комплексный индикатор позволяет при исследовании состояния здоровья населения учитывать соотношение заболеваемости, распространенности заболеваний и причинной смертности и оценивать риск причинной смертности с учетом текущего уровня заболеваемости.

Показатель «интегральная оценка смертности вследствие основных заболеваний», основанный на комплексных индикаторах «оценка смертности вследствие заболевания», введен для формализации сравнительного анализа состояния здоровья населения различных административно-территориальных единиц. Для расчета интегрального показателя применен метод площадей, который в последнее десятилетие успешно используется для расчета интегральных оценок в различных областях. Согласно методу площадей, интегральный показатель оценки смертности от заболеваний в определенном регионе в определенный год представляет собой площадь многоугольника, высотами которого являются нормированные значения комплексных индикаторов нозологических групп, являющихся основными причинами смертности и наиболее распространенными на территории Украины.

Третий этап ИТ включает анализ математических моделей изменения состояния здоровья населения различных регионов с использованием показателей «интегральная оценка смертности вследствие заболеваний», комплексных индикаторов «оценка смертности вследствие заболевания» и основных показателей медицинской статистики. По результатам такого исследования возможно: определить регионы с низкими показателями здоровья населения; выделить нозологические группы, которые составляют наибольшую угрозу смертности населения определенного региона; исследовать динамику риска причинной смертности; произвести оценивание



Рис 1. Информационная технология исследования популяционного здоровья

и группирование регионов по особенностям изменения в них состояния здоровья населения с учетом заболеваемости и смертности; определить наличие зависимостей динамики комплексных индикаторов здоровья населения от СЭП, экологических показателей и от характеристик организации здравоохранения для выявления факторов влияния на состояние здоровья населения и выполнить другие виды анализа в зависимости от актуальных задач.

На третьем этапе ИТ задействованы регрессионный, корреляционный, кластерный анализ, анализ автокорреляции временных рядов, анализ динамики, регрессионное моделирование и экстраполяция модельных значений. Результаты исследования состояния здоровья населения регионов, полученные на каждом этапе ИТ, сохраняются в базе данных. На выходе ИТ предлагается визуализированная информация о результатах проведенного исследования, представленная в виде таблиц, графиков, диаграмм и картирования.

Применение ИТ позволяет выполнять комплекс задач информационного обеспечения: оценивание эффективности в управлении здравоохранением; исследование динамики состояния здоровья населения и влияния внешних факторов на его изменение; информационное обеспечение для оповещения медицинского персонала и широкой общественности о состоянии здоровья населения, обоснование и оценка результатов предпринятых реформ здравоохранения.

Для выявления демографических особенностей регионов устойчивой депопуляции, где преобладают факторы старения населения и уменьшения продолжительности жизни, применяются разработанные информационная модель медико-демографического состояния, комплекс критериев и методика, позволяющие определить типологическую структуру многомерных медико-демографических данных с использованием алгоритмов кластерного анализа и индексного метода [17].

Использование разработанных принципов оценивания и комплексных индексов для анализа медико-демографического состояния регионов Украины обеспечивает научно обоснованную информационную поддержку при формировании приоритетных направлений развития региональных систем здравоохранения.

ЦИФРОВАЯ МЕДИЦИНА

В Международном центре на протяжении последних 15 лет развивается ряд направлений медицинских цифровых технологий в разных областях: в неврологии, диабетологии, кардиологии, телемедицине. Накопленный опыт научных исследований и инженерно-конструкторские решения позволили создать информационные технологии, представляющие собой совокупность методических, инструментальных и программно-информационных средств диагностики («Фазаграф»), реабилитации («Тренар-01»), сопровождения больных хроническими заболеваниями («Диабет плюс»). Эти актуальные и широко востребованные средства медицины требуют популяризации как для

внедрения во врачебную практику, так и индивидуального использования пациентами под руководством опытных специалистов в амбулаторных условиях.

С целью внедрения цифровых медицинских технологий в практику в 2010 г. создан координационный Центр цифровых медицинских технологий (ЦЦМТ) на базе неврологического отделения № 1 Киевской городской клинической больницы № 3 (рис 2).

Главная идея ЦЦМТ — передача знаний, навыков, умений путем организации взаимодействия разработчиков технологий цифровой медицины, врачей-консультантов и конечных потребителей разработанных средств и методик — лечащих врачей и их пациентов. Функционирование ЦЦМТ направлено на обеспечение такого взаимодействия.

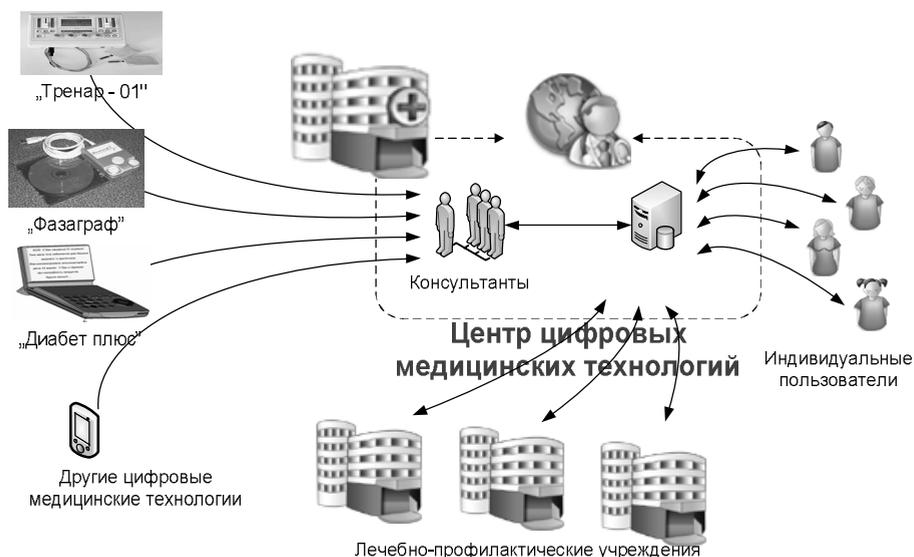


Рис. 2. Структурная организация координационного Центра цифровых медицинских технологий

В режиме он-лайн телеконсультаций проведен ряд видеоконференций по оказанию методической помощи для внедрения указанных ИТ.

ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИЕ СЕТИ

В настоящее время среди направлений применения информационных технологий в медицине активно развивается **телемедицина** — отрасль современной медицины, объединяющая достижения медицинской науки и практики с новыми информационными технологиями. Современная медицинская диагностика по-прежнему базируется на визуальной и вербальной информации. А так как основными и первоочередными задачами телемедицины являются дистанционная диагностика и проведение дистанционных консультаций, для становления телемедицины нужны были современные информационные средства, позволяющие врачу «видеть» пациента без реального визуального контакта.

Разработка телемедицинских технологий в Международном центре осуществлялась по нескольким направлениям: анализ и разработка организационных мероприятий по развитию и внедрению телемедицинских технологий, разработка информационного обеспечения проведения различных видов телемедицинской деятельности, методов получения, сжатия медицинской визуальной информации для передачи в телемедицинских сетях, методов и средств анализа полученной информации и отработки протоколов проведения телемедицинских консультаций, формирование необходимых стандартизированных медицинских документов, а также разработка информационных технологий создания и реализации средств поддержки деятельности на разных уровнях телемедицинской сети, учитывая также и межрегиональное взаимодействие [18, 19].

Теоретические основы концепции построения и функционирования межрегиональной телемедицинской сети (МТМС) базируются на предложенном нами сочетании *принципа иерархичности и принципа фрактальности*. Иерархический характер организации системы здравоохранения, в которую интегрируется межрегиональная телемедицинская сеть, обуславливает использование принципа иерархичности. При этом архитектура межрегиональной телемедицинской сети является открытой и распределенной и состоит из децентрализованных и автономных единиц, известных как фракталы. Механизм действия фрактальной системы осуществляется по принципу «снизу вверх», и чем выше уровень фрактальной единицы, тем полнее будут реализованы функции, которые не могут быть осуществлены на низших уровнях системы, т.е. осуществляется процесс координации между ее составляющими для выполнения цели системы.

Модель межрегиональной телемедицинской системы может быть фракталоподобной только в рамках существующих основных функций (свойств), таких как самоподобие, самоорганизация, цель-ориентация, динамичность, жизнеспособность [20].

Функция самоподобия телемедицинской сети определяет, что все единицы в фрактальной системе имеют одинаковую структуру и цели. Фрактальные единицы имеют много сходных компонентов и свойств, а также набор функций для того, чтобы реализовать основную задачу телемедицинской сети — качественное осуществление телемедицинских процедур.

Функция самоорганизации определяет свободу для фрактальных единиц в организации функционирования: фрактальная единица в виде определенной телемедицинской структуры в пределах межрегиональной телемедицинской сети может иметь свои специфические методы решения задач, включая автономную оптимизацию, и способна адаптироваться к изменениям окружающей среды (динамичность, жизнеспособность).

Поддержку взаимодействия между фракталами обеспечивает функция навигации, так как структурные единицы объединены в сеть с помощью эффективного информационно-коммуникационного компонента.

Принцип фрактальности построения межрегиональных телемедицинских сетей базируется на наличии:

- общей системной цели и повторяемости главных задач с различием объема их выполнения на разном уровне ТМ сети;
- сходства структуры и функций каждого элемента общей организации;
- сходства способов связи и взаимодействия между единицами целостной системы (ТМ сети), способа обмена информацией между ними.

Важным преимуществом фрактальной архитектуры межрегиональной телемедицинской сети является максимизация эффективности информационных потоков и их взаимодействия между фрактальными единицами (рис. 3). В сети могут быть реализованы информационные потоки разного типа: внутренние информационные потоки в каждой фрактальной единице, информационные потоки между единицами одного уровня, между единицами разных уровней, информационные потоки между фрактальной структурой и внешней средой. При этом способ обмена информацией осуществляется по заданным протоколам, остается всегда одинаковым и основывается на международных стандартах.

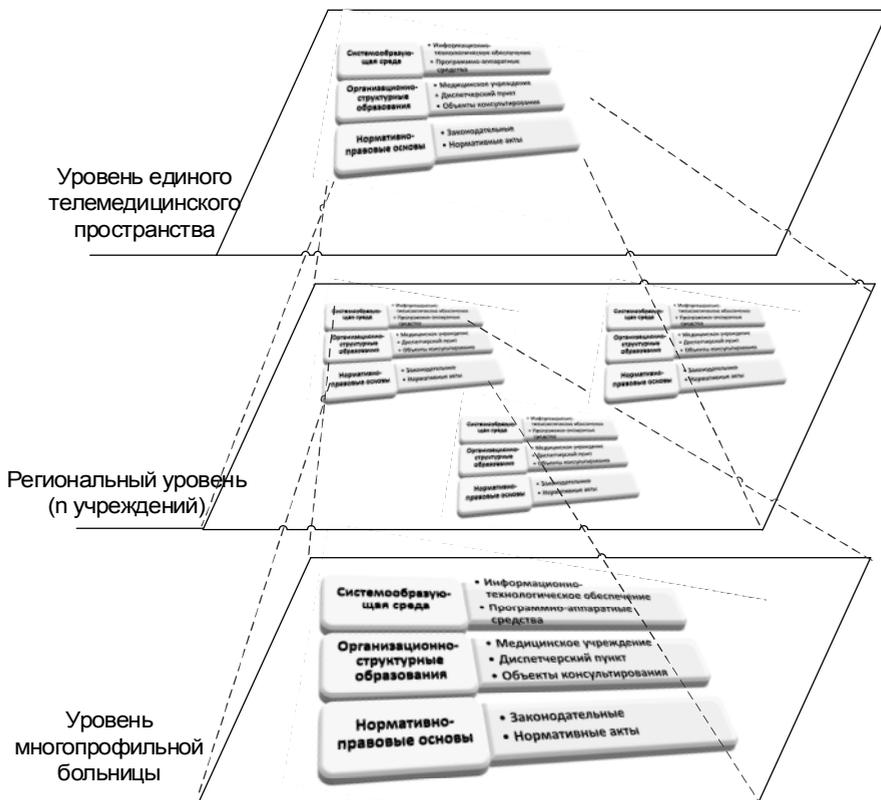


Рис 3. Схема фрактальной архитектуры межрегиональной телемедицинской сети

Принцип иерархичности построения межрегиональной телемедицинской сети базируется на иерархической организации системы здравоохранения и обуславливает возможность эффективного функционирования каждого

элемента сети (ЛПУ, региональные центры ТМ) и организации взаимодействия с окружающей средой. Поток данных в такой структуре направлен снизу вверх, данные от автономных единиц (результаты лабораторных анализов и инструментальных исследований на уровне больниц, районных и областных отделов здравоохранения) последовательно объединяются и накапливаются в интегрированном виде на более высоких уровнях в виде единой базы данных о пациентах.

Использование фрактального принципа построения ТМ сети дает возможность разработать более гибкую структуру сети, в результате чего она может быть адаптирована быстро, с помощью децентрализованных и автономных организационно-фрактальных единиц, позволяет обеспечить гибкий процесс подготовки медицинских данных и их обмена как на уровне отдельного элемента системы (больницы), так и с внешними структурами за счет уменьшения информационных ресурсов и расходов на формирование данных при реализации функции самоподобия. Применение подхода по построению фракталоподобной архитектуры ТМ сети предоставляет возможность быстрой подготовки работников к специфике оказания телемедицинских услуг.

Сформированные методологические основы создания ТМ сетей, объединяющие принципы и механизмы их функционирования, критерии применения процедур сжатия медицинских изображений для передачи по каналам связи с заданными характеристиками, методы анализа медицинской информации, способствующие улучшению диагностического процесса, внедрены при создании и осуществлении дальнейшей деятельности Государственного клинического научно-практического центра телемедицины МЗ Украины. В настоящее время Центр телемедицины является ведущим в Украине учреждением по организации и оказанию телемедицинских услуг населению и медицинским работникам. Ежегодно проводятся десятки телемедицинских мероприятий, которые дают возможность расширить границы доступа населения Украины к высококвалифицированной помощи.

ЕДИНОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО

Создание телемедицинских систем и сетей является составным элементом информатизации здравоохранения. Современная Концепция информатизации здравоохранения Украины учитывает основные понятия медицинской информатики, которые были выдвинуты академиком Н.М. Амосовым, базируется на основополагающих документах по информатизации Украины, законодательных актах, регламентирующих безопасность персональных данных и защиту информации, и основах информатизации сферы здравоохранения, которые предлагаются Еврокомиссией в рамках Программы «Электронное здравоохранение».

Основными задачами информатизации здравоохранения являются:

— предоставление потребителям возможности электронного доступа к информации, необходимой для более эффективного управления их личным здоровьем;

— обеспечение права пациента на доступ к информации о его здоровье и предоставление возможности участвовать в принятии решения относительно его лечения;

— реализация возможности электронного доступа к соответствующим медицинским услугам для потребителей в отдаленных и сельских местностях и инвалидам и пенсионерам;

— повышение качества, безопасности и эффективности клинической практики за счет предоставления медицинским работникам лучшего доступа к информации;

— поддержка инвестиционной и научно-исследовательской деятельности за счет доступа к своевременной, точной и полной информации о деятельности системы здравоохранения Украины;

— поддержка управленческой деятельности в сфере здравоохранения для эффективного использования средств и ресурсов отрасли.

И главная задача — создание единого медицинского информационного пространства для здравоохранения Украины, что позволит избежать нынешней фрагментации и дублирования медицинских услуг. Единое информационное медицинское пространство (ЕИМП) — это реализованное с помощью информационно-коммуникационных технологий взаимодействие медицинских работников лечебно-профилактических учреждений различного уровня и территориального расположения с целью оказания качественной медицинской помощи населению, осуществления обучающих программ и проведения научных исследований.

Сегодня взаимодействие различных медицинских учреждений является необходимым условием оказания качественной медицинской помощи пациенту. Кроме того, профессиональный уровень и технико-информационные возможности медицинских учреждений разного уровня существенно отличаются друг от друга и зависят часто от возможностей развития того или иного региона. Поэтому единое медицинское информационное пространство, интегрируя знания и опыт в областях биологии и медицины, предоставляет информационное обеспечение профилактическим, лечебно-диагностическим и реабилитационным мероприятиям [21]. Необходимо также учитывать, что информатизация отдельных элементов системы здравоохранения должна осуществляться на основе общей идеологии единого медицинского информационного пространства [22].

В настоящее время все большую актуальность приобретает проблема интеграции медицинских учреждений, одним из механизмов решения которой может являться объединение специализированных медицинских информационных систем: создаются локальные информационные системы для отдельных медицинских учреждений, которые впоследствии связываются в единую информационную сеть области и страны. При этом архитектура такой сети строится на основе единого хранилища данных и информации, что является одним из элементов физического отражения принципа единого медицинского информационного пространства. В таких хранилищах находятся базы данных о пациентах, деятельности медицинского

учреждения, его кадровом составе, нормативной базе и т.д. Причем, учитывая современный уровень создания таких хранилищ, базы данных могут располагаться и в ГРИД-системе, и в «облачном» пространстве.

ВЫВОДЫ

Развитие медицинской информатики и кибернетики показало правильность теоретических предвидений Н.М. Амосова, его научную прозорливость. Создание электронных медицинских документов, комплексных информационных систем, методов и средств цифровой медицины, медицинских информационных стандартов и, наконец, телемедицинских технологий привели к появлению такого понятия, как единое медицинское информационное пространство.

Задача анализа медицинских данных о здоровье населения, выделенная Н.М. Амосовым как одна из актуальных задач здравоохранения, решается с помощью современных средств медицинской информатики. Использование разработанных принципов и методов оценивания медико-демографического состояния регионов Украины, информационной технологии исследования популяционного здоровья обеспечивает научно обоснованную информационную поддержку при формировании приоритетных направлений развития региональных систем здравоохранения.

Современные информационно-коммуникационные технологии позволяют хранить необходимые данные на расстоянии и пользоваться ими, применять для решения масштабных задач ГРИД-системы и «облачные» пространства. С помощью телемедицинских технологий врач может консультировать пациента, находясь вдалеке от него, анализировать данные исследований, которые сделаны в другом медицинском учреждении, провести электронный консилиум. Появление электронной и мобильной медицины совершенно перевернуло представление людей об оказании медицинской помощи — пациент может получать ее, не выходя из дому. Достижения медицинской кибернетики приближают нас к решению задач, сформулированных академиком Н.М. Амосовым для улучшения качества медицины.

1. Амосов Н.М. Голоса времен / Н.М. Амосов. К. : Оранта-пресс, 1999. — 500 с.
Amosov N.M. *Voices of Times*. Kiev, Oranta-Press, 1999. 500 p.
2. Медицинская информационная система / под ред. Амосова Н.М., Попова А.А. — К. : Наук. думка, 1975. — 508 с.
Medical Information System (Ed.: Amosov N.M., Popov A.A.) Kiev: Naukova Dumka, 1975. 508 p.
3. Стандартизированная терапевтическая история болезни кардиологического профиля / Н.М. Амосов, Н.А. Гвагуа, А.А. Попов, В.Г. Мельников, Ю.Р. Вареник, Н.П. Тарасенко, А.М. Кочетов // Некоторые проблемы биокрибернетики, применение электроники в биологии и медицине. — К., 1968. — Вып. 2. — 112 с.
Amosov N.M., Gvatua N.A., Popov A.A., Melnikov V.G., Varenyk Y.R., Tarasenko N.P., Kochetov A.M. Standardized therapeutic medical history in cardiology Some problems biocybernetics, the use of electronics in biology and medicine. *Materials of the Seminar of the National Counsel for Cybernetics*, Issue 2. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. 1968, 112 p.

4. Информационная медицинская система в кардиологии / Н.М. Амосов [и др.] // Кардиология. — 1969. — № 12. — С. 3–8.
Amosov N.M., Sidarenko L.N., Zaitsev N., et. al. *The information medical system in cardiology*. Cardiology, 1969, no. 12, pp. 3–8.
5. Основные задачи медицинской кибернетики / Н. М. Амосов [и др.] // Мед. кибернетика. — К. : ИК АН УССР, 1969. — С. 3–95.
The main tasks of medical cybernetics / Amosov N.M., Popov A.A., Melnikov V.G., et. al. *Med. cybernetics*. Kiev: Institut of Cybernetics USSR, 1969. p. 3–95.
6. Амосов Н.М. Диагностика и прогнозирование исходов оперативного вмешательства у больных пороками сердца с помощью электронно-вычислительной машины / Н.М. Амосов, Л.Н. Сидаренко, О.П. Минцер // Экспериментальная и клиническая хирургия. Сердечно-сосудистая хирургия. — С. 346–354.
Amosov N.M., Sidarenko L.N., Mintzer O.P. Diagnosis and outcomes prediction of surgical intervention in patients with heart disease using an electronic computer. *Exper. and clin. surgery. Cardiovascular surgery*. P. 346–354.
7. *Mapping SNOMED CT to ICD-10-CM Final Release Notes Date 20120703*. National Library of Medicine. National Institutes of Health U.S. Department of Health and Human Services, 2012, 14 p.
8. Коваленко А.С. Информационное моделирование процесса постановки диагноза / А.С. Коваленко, С.Ф. Пачин, А.А. Попов // Моделирование физиологических систем. К. : ИК НАНУ, — 1994. — С. 45–54.
Kovalenko A.A., Pachin S.F., Popov A.A. Information modeling of the diagnostic process. *Simulation of physiological systems*. Kiev: IC NASU, 1994, pp.45–54.
9. Медицинские информационные системы и их роль в определении качества здоровья человека / А.А. Попов, А.С. Коваленко, П.З. Дьяченко, Н.В. Иванов // Кибернетика и вычисл. техника — 1994. — Вып. 102. — С. 36–43.
Popov A.A., Kovalenko A.S., Dyachenko P.Z., Ivanov N.V. Medical information systems and their role in determining the human health quality. *Cybernetics and Computer Engineering*, 1994, Issue 102, pp. 36–43.
10. Коваленко А.С., Фархан аль Шияб К.М. К вопросу создания информационных моделей технологических процессов медицинского учреждения // Электроника и связь. Тематический выпуск «Проблемы электроники». — Киев, 2007. — Ч. 2. — С. 106–110.
Kovalenko A.S., Farhan al Shiyab K.M. The question of information models creation for technological process in medical institutions. *Electronics and Communications. Special Issue "Problems electronics"*, Part 2. Kiev, 2007, pp.106–110.
11. Пезенцали А.А. Функциональная модель как основа управления проектом разработки комплексной информационной системы медицинского учреждения / А.А. Пезенцали, Л.М. Козак, А.С. Коваленко // УСИМ. — 2008. — № 4. — С. 3–10.
Pezensali A.A., Kozak L.M., Kovalenko A.S. Functional model as a basis for design management of complex information system of medical institutions. *USIM*, 2008, no. 4, pp. 3–10.
12. Пезенцалі Г.О. Розробка і реалізація функції планування для комплексної інформаційної системи лікувально-профілактичного закладу / Г.О. Пезенцалі, Л.М. Козак // Електроника и связь, Тематический выпуск «Электроника и нанотехнология». — 2010 — № 5 (58). — С. 148–153.
Pezensali A.A., Kozak L.M. Developing and implement of the planning function for an complex integrated information system of health care setting. *Electronics and Communications, Special Issue "Electronics and Nanotechnology"*, 2010, no. 5 (58), pp. 148–153.
13. Амосов Н.М. Будущая кибернетика в будущей медицине // Прогресс биологической и медицинской кибернетики. — М. : Медицина, 1974. — С. 111–154.
Amosov N.M. Future cybernetics in future medicine. *Progress of Biological and Medical Cybernetics*. Moscow: Medicine, 1974, pp. 111–154.

14. Коваленко О.С., Буряк В.І. Стандартизація інформаційних систем медичного обслуговування з урахуванням загальноєвропейської інтеграції // *Клиническая информатика и телемедицина*. — 2004. — № 1. — С. 35–41.
Kovalenko A.S., Buryak V.I. Standardization of health care information systems on the basis of European integration. *Clinical Informatics and Telemedicine*, 2004, no. 1, pp. 35–41.
15. Коваленко О.С. Про стандартизацію медичної інформації для електронного обліку. / О.С. Коваленко, В.І. Буряк // *Электроника и связь*. — 2001. — № 10. — С. 49–52.
Kovalenko A.S., Buryak V.I. Standardization of medical information for electronic records. *Electronics and Communications*, 2001, no. 10, pp.49–52.
16. Рогозинская Н.С. Математические модели динамики статистических показателей для исследования состояния здоровья населения по онкозаболеваемости / Н.С. Рогозинская, Л.М. Козак // *Кибернетика и вычисл. техника* — 2011. — Вып. 166. — С. 85–96.
Rogozinskaya N.S., Kozak L.M. Mathematical models of the statistical indicators dynamics for the study of population health for cancer morbidity. *Cybernetics and Computer Engineering*, 2011, issue 166, pp. 85–96.
17. Кривова О.А. Статистическая оценка влияния факторов регионального развития на рождаемость населения / О.А. Кривова, А.С. Коваленко, И.А. Курило // *Кибернетика и вычисл. техника*. — 2012. — Вып. 169. — С. 3–18.
Krivova O.A., Kovalenko A.S., Kurilo I.A. Statistical evaluation of the influence of regional development factors on fertility. *Cybernetics and Computer Engineering*, 2012, issue 169, pp. 3–18.
18. Коваленко А.С. Телемедицина — развитие единого медицинского информационного пространства / А.С. Коваленко, Л.М. Козак, В.Г. Осташко // *УСиМ*. — 2005 — № 3 — С. 86–92.
Kovalenko A.S., Kozak L.M., Ostashko V.G. Telemedicine — the development of a generale medical information space. *USiM*, 2005, no. 3, pp. 86–92.
19. Інформатизація охорони здоров'я та розвиток телемедичних технологій / В.В. Лазоришинець, Г.О. Слабкий, О.С. Коваленко, В.Й. Шатило, Є.М. Кривенко, В.Г. Осташко, Р.Й. Лихотоп. — К. : МОЗ України, 2010. — 252 с.
Lazoryshynets V.V., Slabky G.A., Kovalenko A.S. , Shatylo V.Y., Kryvenko E.M., Ostashko V.G., Lyhotop R.Y. *Computerization of health care system and development of telemedicine technology*. Kyiv: Ministry of Health of Ukraine, 2010. 252 p.
20. Warnecke H.J. *The Fractal Company: A revolution in corporate culture*. Springer Verlag, 1993.
21. Биомедицина. Единое информационное пространство / под ред. В.И. Гриценко. — К. : Наук. думка. 2001. — 319 с.
Bioekomedicine. General Information Space (Ed.: V.I. Gritsenko). Kiev: Nauk. dumka, 2001. 319 p.
22. Гриценко В.И. Введение в архитектуру информационного пространства. / В.И. Гриценко, М.И. Вовк, А.Б. Котова. — К. : Наук. думка. 2003. — 168 с.
Gritsenko V.I., Vovk M.I., Kotova A.B. *Introduction to the architecture of the information space*. Kiev: Nauk. dumka, 2003. 168 p.

Получено 07.10.2013