

УДК 614.4:311

DOI: 10.15827/2311-6749.18.1.2

ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ОЧАГОВ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

А.В. Богомолов, д.т.н., профессор; Т.В. Зуева, к.т.н., доцент;

С.С. Чикова, к.м.н., доцент

(Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Минобороны России, 1-й Краснокурсантавский проезд, 7, г. Москва, 111250, gniiivm-z@yandex.ru)

Построена информационно-логическая модель процессов сбора и обработки информации при локализации и ликвидации очагов инфекционных заболеваний, позволяющая обосновать направления его совершенствования в части, касающейся оптимизации сбора и обработки информации, необходимой для установления основных детерминант эпидемического процесса.

Информационно-логическая модель процессов локализации и ликвидации очага инфекционных заболеваний и связанных с ней информационных потоков построена по результатам структурного системного анализа предметной области с поддержкой нотаций Россга, Гейна-Сарсона и диаграмм описания деталей процесса. Информационно-логическая модель имеет иерархическую структуру, в которой диаграммы потоков данных верхнего уровня детализируются диаграммами нижних уровней.

При построении модели в качестве точки зрения принята позиция специалистов санитарно-эпидемиологического учреждения, входящие связи в каждый функциональный блок описывают материально-информационные входы; управление (нормативно-методические документы и инструкции) и механизмы выполнения функция блока; исходящие связи описывают материально-информационные выходы.

Разработанная информационно-логическая модель позволила формализовать технологию локализации и ликвидации очага заболевания, связанные с ней потоки данных, а также сформулировать системные требования к проектируемой информационной системе. Показано, что приоритетной является автоматизация процессов сбора и обработки информации, необходимой для установления причин, условий возникновения и распространения инфекции.

Результаты обсуждения построенных диаграмм с экспертами свидетельствуют, что построенная информационно-логическая модель адекватна реальному процессу сбора и обработки информации при локализации и ликвидации очагов инфекционных заболеваний и позволяет обосновать направления его совершенствования в части, касающейся оптимизации сбора и обработки информации для установления основных детерминант эпидемического процесса, что имеет существенное практическое значение.

Ключевые слова: медицинская информатика, информационно-логическое моделирование, проектирование информационных систем, функциональная модель, диаграмма потоков данных, диаграмма декомпозиции.

*Посвящается светлой памяти друга, коллеги,
подполковника медицинской службы
Светланы Семёновны Чиковой -
идейному вдохновителю исследований, результаты
которых составили основу представленной статьи*

Предупреждение возникновения, локализация и ликвидация очагов массовых инфекционных заболеваний (МИЗ) предполагают реализацию комплекса санитарно-противоэпидемических мероприятий (СПЭМ), направленных на установление причин и условий распространения инфекции [1, 2]. Это сопряжено со сбором и обработкой большого массива данных, необходимых для подготовки и представления формализованных донесений и проведения оперативного эпидемиологического анализа в интересах установления основных путей и факторов передачи возбудителя, что диктует необходимость совершенствования информационно-аналитической составляющей комплекса противоэпидемических мероприятий [3–5].

Проведенный анализ показал, что в странах Западной Европы и в США в качестве одного из элементов информационного обеспечения системы контроля за инфекционной заболеваемостью широко используются автоматизированные системы контроля за уровнем и структурой различных нозологических форм инфекционных заболеваний. Наиболее распространены системы Germ Alert, Germ Watcher, Gideon, RODS, EpiInfo, основными составляющими которых являются подсистемы мониторинга опасных инфек-

ционных заболеваний, анализа данных клинического и лабораторного обследований больных, моделирования возможных сценариев эпидемии в зависимости от агента заражения, справочные данные.

Анализ этих систем показал, что с точки зрения решаемых задач наиболее значимыми являются системы Gideon и EpidInfo, предназначенные для мониторинга инфекционной заболеваемости и анализа полученных данных. Однако они не могут быть использованы в отечественном здравоохранении, так как построены с учетом организационной структуры здравоохранения, национальных стандартов учетно-отчетной документации и особенностей медицинского обслуживания населения других стран.

Отечественные автоматизированные информационные системы и комплексы программно-технических средств разработаны с учетом особенностей отечественного здравоохранения и предназначены для учета и контроля документооборота и анализа информации, в том числе об уровне и структуре инфекционной заболеваемости, а также санитарно-эпидемиологическом состоянии объектов надзора. Однако ни одна из этих систем не обеспечивает автоматизированный сбор, обработку и анализ первичной информации непосредственно в очагах МИЗ в целях установления основных детерминант эпидемиологического процесса и прерывания основных путей и факторов передачи инфекции. Проблемными вопросами при создании таких систем являются необходимость создания алгоритмов для обработки данных клинического обследования, эпидемиологического анамнеза, а также формализация ряда технологических процессов, связанных с получением первичной информации о заболевании из различных источников [2, 4, 5–7]. Для решения этой задачи необходимо построить информационно-логическую модель процессов сбора и обработки информации при локализации и ликвидации очагов инфекционных заболеваний, что являлось целью представляемого исследования.

Изучение деятельности специалистов медицинской службы в очагах инфекционных заболеваний проводилось с использованием двух базовых методов: анализа нормативно-справочной документации и интервьюирования экспертов-специалистов предметной области.

По полученным результатам построен базовый вариант информационно-логической (функциональной) модели технологии локализации и ликвидации очага МИЗ, который в дальнейшем дорабатывался с учетом коллективного мнения специалистов-экспертов предметной области. В группу вошли семь экспертов-эпидемиологов. Сформированная экспертная группа характеризовалась показателями качества, определенными по методике Г.П. Шибанова (коэффициент аргументации – 0,8, коэффициент осведомленности – 0,9, коэффициент компетентности – 0,72), которые позволяют считать мнение группы экспертов обоснованным [2, 8, 9].

Информационно-логическая модель технологических процессов локализации и ликвидации очага инфекционных заболеваний и связанных с ней информационных потоков построена в рамках структурного системного анализа с поддержкой нотаций Росса (IDEF0), Гейна-Сарсона (DFD), диаграмм описания деталей процесса (IDEF3) [10–14]. В качестве инструментария использовано CASE (Computer-Aided Software/System Engineering) – средство моделирования данных AllFusion Process Modeler 4.1 (BPWin 4.1), что обеспечивает функциональное моделирование в трех вышеназванных нотациях.

На рисунке 1 разработанная информационно-логическая модель представлена в виде иерархической структуры диаграмм, где диаграмма верхнего уровня детализируется диаграммами нижних уровней.

Начальным этапом информационно-логического моделирования является построение контекстной диаграммы (рис. 2), формализованно описывающей область моделирования и определяющей цель и точку зрения, с которой рассматривается весь процесс [15–17]. Каждая нотация, используемая при построении модели, предполагает определенные правила чтения диаграмм: входящие связи в функциональный блок (материально-информационный вход); управление (в рассматриваемом случае это нормативно-методические документы и инструкции) и механизм (посредством кого и чего выполняется функция блока); исходящая связь (материально-информационный выход) [18–20].

При построении модели в качестве точки зрения принята позиция специалистов санитарно-эпидемиологического учреждения, поскольку именно они отвечают за организацию противоэпидемических мероприятий и осуществляют контроль за их выполнением в соответствии с санитарным законодательством Российской Федерации. Диаграмма декомпозиции второго уровня включает в себя структурное системное представление основного комплекса мероприятий по локализации и ликвидации очага и состоит из шести основных функциональных блоков.

Анализ представленных на рисунке 3 блоков показал, что блок «Мероприятия в отношении больного» слабо формализуем и требует более тщательной и глубокой проработки, поскольку тактика этих мероприятий в значительной мере определяется индивидуальными особенностями больного. Автоматизация процессов сбора и обработки информации применительно к блоку «Проведение первичных противоэпидемических мероприятий» не рассматривается как первоочередная задача из-за насыщенности в его содержании справочно-информативных материалов. Автоматизация технологических процессов для блоков «Проведение санитарно-эпидемиологического обследования очага», «Эпиданализ заболеваемости в очаге» и «Проведение санитарно-противоэпидемических и профилактических мероприятий» были решены или частично решены при создании комплекса программно-технических средств управления го-

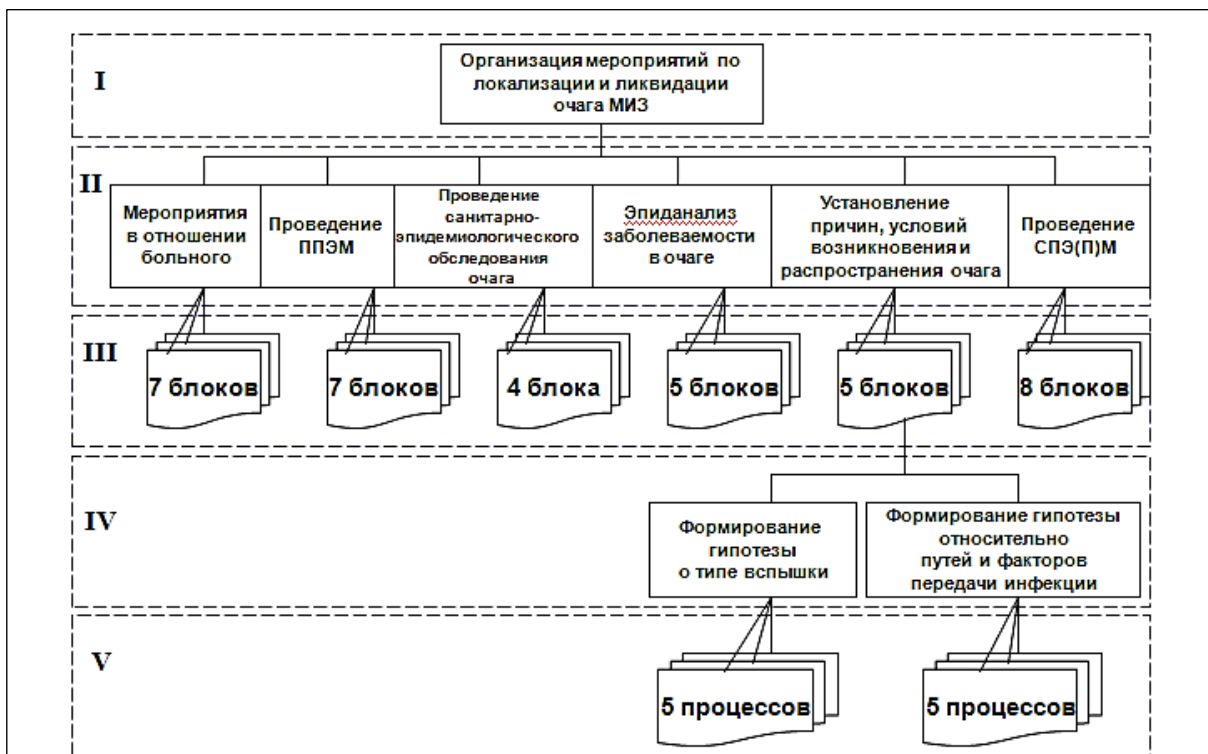


Рис. 1. Структура информационно-логической модели организации деятельности специалистов при локализации и ликвидации очага инфекционных заболеваний (ППЭМ – первичные противоэпидемические мероприятия, СПЭ(П)М – санитарно-противоэпидемические (профилактические) мероприятия, блок – выполняемая функция, процесс – продуцирование выходных потоков информации из входных)



Рис. 2. Контекстная диаграмма «Организация мероприятий по локализации и ликвидации очага массового инфекционного заболевания»

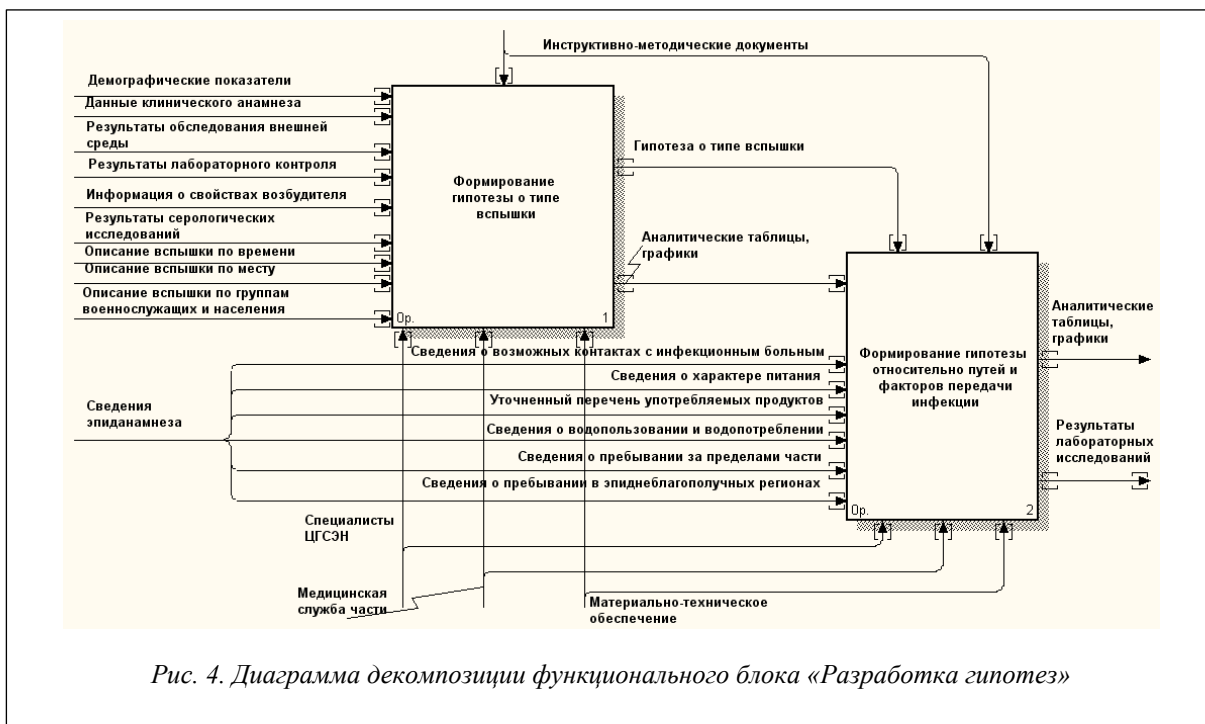
сударственным санитарно-эпидемиологическим надзором и рабочего места эпидемиолога. Автоматизация процессов сбора и обработки информации для блока «Установление причин, условий возникновения



и распространения инфекции» в настоящее время не осуществлена, хотя на практике требуется решение этого вопроса, о чем свидетельствуют мнения специалистов Государственного санитарно-эпидемиологического надзора и врачей-эпидемиологов. Поэтому решение этой задачи является приоритетным.

Для установления основного механизма и ведущих путей передачи возбудителя при вспышках инфекционных заболеваний важным является выявление ведущих жалоб и симптомов заболевания. Кроме того, во многом решающее значение имеют сведения эпидемиологического анамнеза и данные оперативного эпидемиологического анализа.

Соответствующая диаграмма декомпозиции (рис. 4) состоит из двух основных блоков: «Формирование гипотезы о типе вспышки» и «Формирование гипотезы относительно путей и факторов передачи инфекции».



Каждый из этих блоков детализирован диаграммой потоков данных (рис. 5 и 6). Нотация диаграмм потоков данных включает четыре рассматриваемых объекта:

- потоки данных, которые изображены именованными стрелками, ориентация их указывает направление движения информации;
- процессы – продуцирование выходных потоков информации из входных;
- накопители данных, под которыми понимаются устройства для хранения информации, куда ее можно поместить и откуда через некоторое время извлечь;
- внешние сущности, которые представляют собой сущности вне контекста системы, являющиеся источниками или приемниками данных.

Диаграмма потоков данных «Формирование гипотезы о типе вспышки» (рис. 5) показывает, как по сочетанию признаков эпидемического процесса в соответствии с известными дифференциально-диагностическими критериями формируется гипотеза о типе вспышки по ведущему пути передачи возбудителя (пищевого, водного, воздушно-капельного, контактно-бытового и др.).



Рис. 5. Диаграмма потоков данных «Формирование гипотезы о типе вспышки»

Диаграмма потоков данных «Формирование гипотезы относительно путей и факторов передачи инфекции» (рис. 6) описывает процедуры сбора и обработки информации относительно путей и факторов передачи возбудителя, источнике и месте инфицирования заболевших.

Анализ потоков данных, представленных на диаграмме, свидетельствует о том, что для повышения эффективности информационного обеспечения формирования гипотезы о причинах возникновения и распространения инфекции необходима информация, получаемая из различных источников, находящихся на значительном удалении друг от друга и не имеющих между собой устойчивой телекоммуникационной связи.

Разработанная информационно-логическая модель организации деятельности специалистов медицинской службы и центров Госсанэпиднадзора Министерства обороны Российской Федерации при локализации и ликвидации очага инфекционных заболеваний в воинских коллективах позволяет следующее:

- формализовать технологию локализации и ликвидации очага заболевания, а также связанные с ней потоки данных;
- сформулировать системные требования к проектируемой информационной системе, основными из которых являются сбор и обработка данных для установления предварительного диагноза и эпидемиологического анамнеза, а также проведение эпидемиологического анализа по факторам риска с использованием статистических методов и визуализации его результатов.

Результаты обсуждения построенных диаграмм с экспертами свидетельствуют, что построенная информационно-логическая модель адекватна реальному процессу сбора и обработки информации при локализации и ликвидации очагов инфекционных заболеваний и позволяет обосновать направления его совершенствования в части, касающейся оптимизации сбора и обработки информации для установления основных детерминант эпидемического процесса.

Программный комплекс сбора и обработки оперативных данных при установлении основных детерминант эпидемического процесса, основанный на разработанной информационно-логической модели процессов сбора и обработки информации при локализации и ликвидации очагов инфекционных заболе-



Рис. 6. Диаграмма потоков данных «Формирование гипотезы относительно путей и факторов передачи инфекции»

ваний реализован в виде приложения в среде Oracle Forms. Приложение может находиться в одном из трех стандартных режимов: режим ввода, просмотра и редактирования данных, режим ввода запроса сведений о заболевшем, режим ввода новой записи.

Для верификации предложенных решений был рассмотрен процесс сбора и обработки информации врачом-эпидемиологом при расследовании причин возникновения четырех вспышек МИЗ: дизентерии Зонне, вирусного гепатита А, дизентерии Флекснера, острой кишечной инфекции неустановленной этиологии.

Сравнивались реальная (используемая при установлении основных детерминант эпидемического процесса этих вспышек) система сбора и обработки статистических показателей и система сбора и обработки информации с учетом предлагаемых подходов. Критериями оценки являлись временной показатель и увеличение достоверности проводимых расчетов при осуществлении оперативного эпидемиологического анализа и санитарно-эпидемиологических расследований. В результате сравнения показано, что результаты исследования позволяют существенно повысить оперативность (более чем в 60 раз) сбора и анализа данных для установления основных детерминант эпидемического процесса и сократить время принятия управленческих решений за счет автоматизации формирования перечня предполагаемых факторов передачи возбудителя инфекционного заболевания и достоверного определения наиболее значимых из них.

Литература

1. Покровский В.И., Брико Н.И. Эпидемиологические исследования – основа клинической эпидемиологии и доказательной медицины // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2008. № 5. С. 4–8.
2. Богомолов А.В., Зуева Т.В., Чикова С.С., Голосовский М.С. Экспертно-аналитическое обоснование приоритетных направлений совершенствования системы предупреждения биологических террористических актов // Информатика и системы управления. 2009. № 4. С. 134–136.
3. Супотницкий М.В. Распознавание искусственно вызванных вспышек инфекционных болезней // Актуальная инфектология. 2014. № 2. С. 116–141.
4. Зуева Т.В. Структурный системный анализ процессов сбора и обработки информации при проведении санитарно-эпидемиологических расследований в воинских коллективах // Информатика и системы управления. 2008. № 2. С. 74–76.
5. Зуева Т.В., Столяр В.П., Богомолов А.В., Фесенко В.В. Системный анализ процесса информатизации эпидемиологических расследований в организованных коллективах // Совершенствование гражданской обороны в Российской Федерации: матер. V науч.-практич. конф. СПб: ВМедА, 2008. С. 121–122.

6. Герасимов А.Н., Полибин Р.В. Программное обеспечение эпидемиологического анализа: использование и обучение // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2014. № 5. С. 75–78.
7. Герасимов А.Н. Математические модели и эпидемиологический анализ // Вестн. РАМН. 2010. № 12. С. 23–26.
8. Шибанов Г.П. Современные технологии проведения обличковых исследований // Автоматизация. Современные технологии. 2015. № 9. С. 26–33.
9. Козлов В.Е., Богомолов А.В., Рудаков С.В., Оленченко В.Т. Математическое обеспечение обработки рейтинговой информации в задачах экспертного оценивания // Мир измерений. 2012. № 9. С. 42–49.
10. Ильин В.А., Янча С.П. Методы анализа функциональных моделей // Программные продукты и системы. 2009. № 4. С. 32–34.
11. Комков Н.И., Лазарев А.А. Формализованный подход к построению поэтапных и иерархических информационно-логических моделей // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2015. Т. 6. № 4-2. С. 303–308.
12. Максимов И.Б., Столяр В.П., Богомолов А.В. Прикладная теория информационного обеспечения медико-биологических исследований. М.: Бином, 2013. 311 с.
13. Шильникова О.В. Системный анализ и принятие решений о реинжиниринге корпоративных информационно-управляющих систем // Программные продукты и системы. 2016. № 2. С. 62–69.
14. Шибанов Г.П. Порядок формирования экспертных групп и проведения коллективной экспертизы // Информационные технологии. 2003. № 12. С. 26–29.
15. Осипов Г.С., Назаренко Г.И. Основы теории медицинских технологических процессов. Т 1: Основные принципы медицинской технологии, организационные уровни и структура медицинского технологического процесса. М.: Физматлит, 2005. 144 с.
16. Осипов Г.С., Назаренко Г.И. Основы теории медицинских технологических процессов. Т. 2: Исследование медицинских технологических процессов на основе интеллектуального анализа данных. М.: Физматлит, 2006. 144 с.
17. Коресталёв А.Г., Тишков А.В. Исследование бизнес-процессов лечебно-научного учреждения с применением методологии функционального моделирования // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 5. С. 8–18.
18. Лукинова О.В. Методологические аспекты управления жизненным циклом информационной системы на основе инструментов функциональной стандартизации // Программные продукты и системы. 2016. № 4. С. 27–35.
19. Голосовский М.С. Информационно-логическая модель процесса разработки программного обеспечения // Программные системы и вычислительные методы. 2015. № 1. С. 59–68.
20. Назаренко Г.И., Гулиев Я.И. Информационные системы в управлении лечебно-профилактическим учреждением // Врач и информационные технологии. 2006. № 4. С. 64–67.