УДК 004.4'2

О МОДЕЛЯХ КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КЛИНИЧЕСКОГО ЭПИДЕМИОЛОГА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО МЕДИЦИНСКОГО ЦЕНТРА

Блохина С.И. [1], Гольдштейн С.Л. [2], Грицюк Е.М. [1]

[1] ГБУЗ СО ДКБВЛ НПЦ «Бонум»,

[2] ФАГОУ ВПО УрФУ, г. Екатеринбург

Представлен пакет полуформализованных и математических моделей компьютеризированной деятельности клинического эпидемиолога научно-практического медицинского центра, проведена детализация по ролям с их функциональным наполнением, предложены основы для оценки качества соответствующих видов деятельности, выделены перспективы для дальнейшего анализа и развития.

Ключевые слова: роли и функции клинического эпидемиолога, модели компьютеризированной деятельности.

About models of the computerized activity of the clinical epidemiologist at the scientific-practical medical center

[1] State financed Health Institution Sverdlovsk region Children's Clinical Hospital of remedial treatment Scientific-Practical Centre "Bonum", Ekaterinburg, Russia;
[2] Urals Federal University, Ekaterinburg, Russia.

Blokhina S.I. [1], Goldshtein S.L.[2], Gritsyuk E.M. [1]

The package of the semi-formalized and mathematical models of the computerized activity of the clinical epidemiologist at The Scientific and Practical Medical Center is presented, specification on roles with their functional filling is carried out, bases for an assessment of quality of the corresponding kinds of activity are offered, proposal for the further analysis and development of the models is discussed.
Keywords: roles and functions of the clinical epidemiologist, model of the computerized activity.

Введение

Создание автоматизированного рабочего места (АРМа) клинического эпидемиолога – актуальная [1], но до сих пор не решенная задача. В то же время деятельность этого специалиста, весьма значимая, прежде всего, в связи с потенциальными эпидемическими рисками [2], недостаточно четко отражена в должностных и нормативно-правовых документах [1, 3, 4], и ее формализованное описание начато относительно недавно [2, 5].

В данной статье поставлена и решена задача моделирования разноролевой компьютеризированной деятельности клинического эпидемиолога Научно-практического медицинского центра (НП МЦ) в виде АРМов, системно-структурных, алгоритмических и математических моделей для оценки принимаемых решений по ликвидации проблемных ситуаций.

Материал и методы

Научно-практический медицинский центр, на базе которого авторами проводится разработка линейки АРМов эпидемиолога, обладает некоторыми особенностями. Это касается, прежде всего, принципиальных установок руководства на перманентное материально-техническое и организационное развитие, использование высоких технологий, применение системно-интеграционного подхода при моделировании и организации бизнес-процессов, а также при выработке стратегии их реализации. Специфика связана и с разноплановостью основных направлений медицинской деятельности этого учреждения: хирургия (область вмешательства – голова и шея), офтальмология (в том числе и оперативное лечение), ортопедия, неврология и сурдология; стационарные и амбулаторно-поликлинические формы организации диагностики, лечения и реабилитации. Специфичны и пациенты, получающие медицинскую помощь: это дети, часто ослабленные вследствие своего основного заболевания (например, с нарушением питания при челюстно-лицевой патологии); нередко малоподвижные при неврологической патологии, с нарушением естественных жизненно важных функций организма; плохо ориентирующиеся в пространстве в связи с нарушениями зрения или слуха; наконец, с сочетанной патологией. Таким пациентам требуется, помимо всего, большее внимание медицинского персонала и, естественно, гарантированное обеспечение эпидемической безопасности. На базе этой основной деятельности НП МЦ специфичны и роли клинического эпидемиолога. В основу рассматриваемой модели авторами положены известные описания деятельности [2, 5, 6], а также собственный эмпирический опыт. Этот материал представлен в таблице.

Таблица

Роли и функции клинического эпидемиолога НП МЦ

№№	Название и обозначение роли эпидемиолога	Функции и их обозначения по ролям
1	2	3
1.	Врач (r1)	Наблюдение (r1.2), анализ (r1.3), прогнозирование состояния (r1.4) эпидемической ситуации; планирование (r1.5), контроль (r1.6) и коррекция (r1.7) мероприятий, направленных на сохранение инфекционной безопасности
2.	Педагог (r2)	Различные виды и формы обучения персонала (r2.1) (тех. учебы, инструктажи и аттестации), составление методических пособий, технологических карт и др. (r2.2), преподавание учащимся медицинских ВУЗов и СУЗов (r2.3), в том числе при постдипломной подготовке (r2.4)
3.	Менеджер (r3)	Фиксация фактического и требуемого состояний медицинского учреждения (r3.1), стратегическое управление ресурсами (r3.2) с ориентацией на имеющиеся отклики (r3.3), парированием возникающих помех (r3.4) с целью улучшения состояния эпидемической ситуации
4.	Научный работник (r4)	Генерирование публикаций (r4.1), патентов (r4.2), диссертаций (r4.3)
5.	Проектировщик (r5)	Разработка (r5.1), согласование (r5.2) и реализация (r5.3) технических заданий и проектов на медицинские информационные системы, на здания и помещения, на оборудование и расходные материалы в целях обеспечения профилактических и противоэпидемических мероприятий
6.	Системный интегратор (r6)	Решение сложных ситуационных задач с помощью интеграции функций предприятия (r6.1), логистики (r6.2), информатизации (r6.3), визуализации (r6.4), системной (r6.5) и интеллектуальной (r6.6) поддержек и управления (r6.7)
7.	Лицо, принимающее решение – ЛПР (r7)	Подготовка (r7.1) и принятие (r7.2) решений

Приведенные роли и функции представляют собой частично пересекающиеся множества.

В результате модель (A) деятельности (activity) клинического эпидемиолога НП МЦ можно представить взвешенной суммой:

$$A = \sum_{i=1}^{7} | r \cdot \alpha |_i, \qquad (1)$$

где r_i – роль, α_i – вес, $\sum^{7} \alpha_i = 1$; Функции по ролям: $r1 = \sum^{5} | r \cdot \alpha |_{1\gamma}$, $r2 = \sum^{4} | r \cdot \alpha |_{2\gamma}$,

$r3 = \sum^{4} | r \cdot \alpha |_{3\gamma}$, $r4 = \sum^{3} | r \cdot \alpha |_{4\gamma}$, $r5 = \sum^{3} | r \cdot \alpha |_{5\gamma}$, $r6 = \sum^{7} | r \cdot \alpha |_{6\gamma}$, $r7 = \sum^{2} | r \cdot \alpha |_{7\gamma}$,

При этом роли и функции можно интерпретировать как основу для оценки качества соответствующих видов деятельности.

Описание фрагмента пакета структурных и алгоритмических моделей механизма компьютеризированной деятельности клинического эпидемиолога НП МЦ

В формализме языка системно-структурных моделей [7] представлено описание статики (рис.1) механизма компьютеризированной деятельности клинического эпидемиолога (МКДЭ) НП МЦ и его функционирования (рис.2).

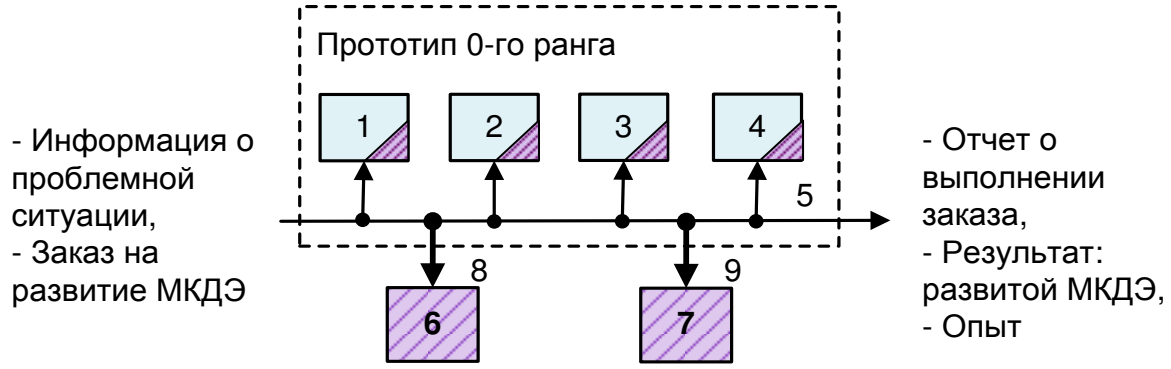


Рис. 1. Системно – структурная модель МКДЭ по прототипу [5] и предлагаемому решению (здесь и в алгоритмах выделено штриховкой)

(АРМы эпидемиолога в ролях: 1 – врача, 2 – педагога, 3 – научного работника, 4 – менеджера, 6 –проектировщика, 7 – системного интегратора; 5, 8, 9 – интерфейсы)

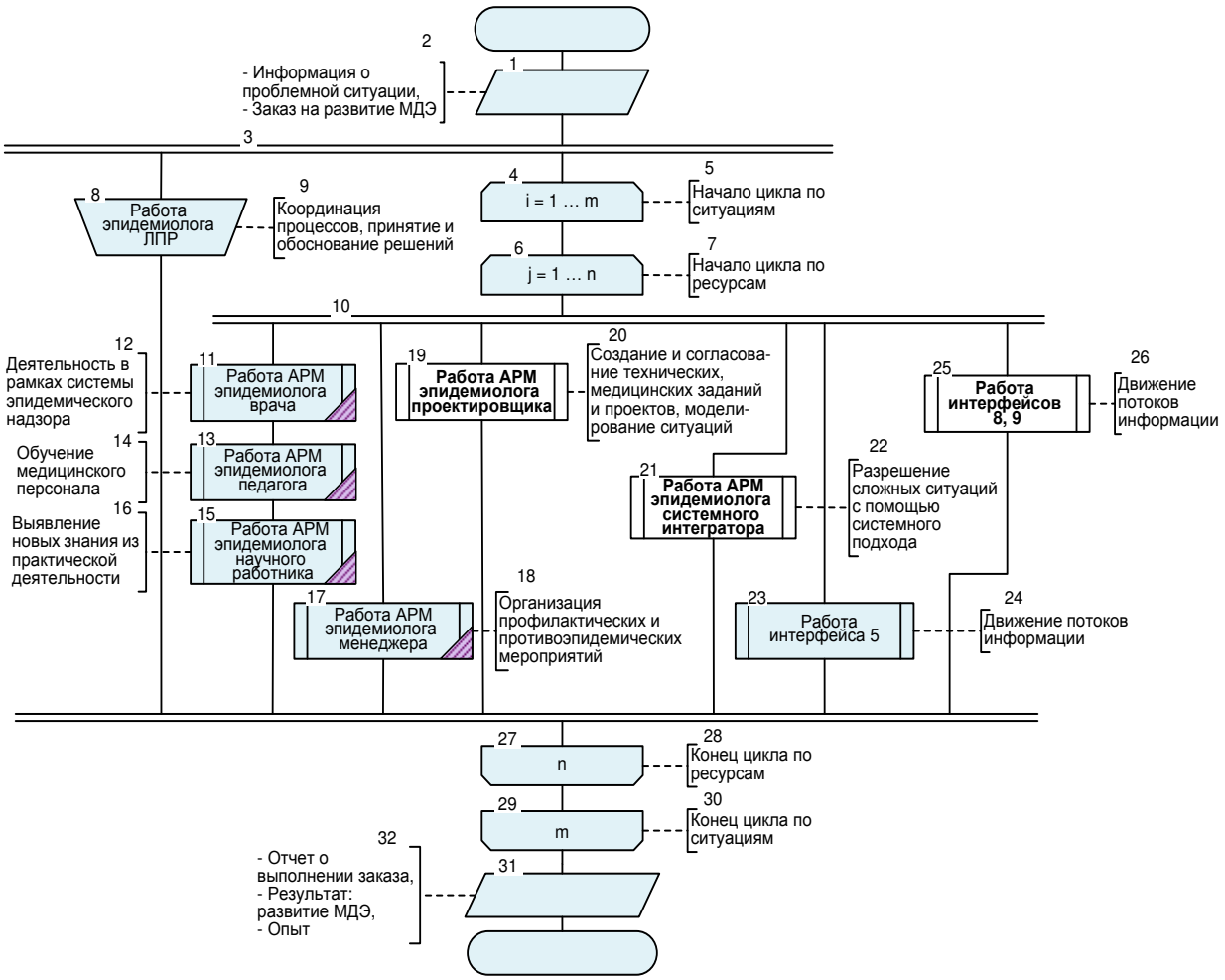


Рис.2. Алгоритм (на языке блок схем по ГОСТ 19.701) функционирования МКДЭ

В качестве прототипа 0-го ранга взята система деятельности эпидемиолога, называемая в первичных источниках [8] эпидемическим надзором и расширенно рассмотренная в более поздних изданиях, например [2, 5, 6].

В данной статье составляющие деятельности эпидемиолога рассматриваются как объекты информатизации, представленные в виде линейки АРМов эпидемиолога в ролях врача, педагога, научного работника, менеджера и ЛПРа, дополнив их АРМами проектировщика и системного интегратора с необходимыми интерфейсами. Кроме того, внесены изменения в уже имеющиеся подсистемы прототипа. На входе системы – информация о проблемной ситуации и заказ на развитие МКДЭ, на выходе – отчет о выполнении заказа и развитой МКДЭ.

В алгоритмической модели (см. рис.2) представлен порядок взаимодействия структурных элементов МКДЭ, отражающих последовательную работу эпидемиолога в

ролях врача, педагога и научного работника. Параллельно осуществляются менеджмент, проектирование и системная интеграция [9].

Первый вновь вводимый АРМ эпидемиолога-проектировщика предполагается использовать при разработке, согласовании и реализации технических заданий, например, на медицинские информационные системы, на здания и помещения, на оборудование и расходные материалы в целях обеспечения профилактических и противоэпидемических мероприятий.

Второй вновь вводимый АРМ (эпидемиолога в роли системного интегратора) необходим при решении сложных ситуационных задач на основе системно-интеграционного подхода [9] с использованием знаний и опыта работы из различных смежных областей, как медицинских (гигиена, хирургия, офтальмология и др.), так и немедицинских (информатика, экономика, инженерное дело и пр.).

Для обобщенного количественного описания деятельности, представленной на рис.2, целесообразно исходить из естественно-научного представления о действии [10]:

$$S[Q] = \int_{t_1}^{t_2} L[Q, dQ/dt]\,dt, \qquad (2)$$

где S[Q] – функционал (функция, зависящая от других функций) действия, Q – обобщенная координата объекта, dQ/dt – обобщенная скорость, L – функция Лагранжа, t – время.

При этом существенно, что $L[Q, dQ/dt] = \Delta E$, где E – энергия; а S[Q] стремится к минимуму (по принципу наименьшего действия Гамильтона).

Применительно к функционированию МКДЭ уместны следующие уточнения. Противоэпидемиологическая служба МУ может быть позиционирована (Q) в системе координат служебного пространства и перемещаема в нем из исходного состояния в желаемое с требуемой скоростью (dQ/dt) за время от t1 до t2 под воздействием управленческих ресурсов (ΔE), которые в заданном диапазоне целесообразно минимизировать.

Структура каждого АРМа на рис.1 также требует детализации. В данной статье для примера проведена декомпозиция только одного из них, а именно, – автоматизированного рабочего места эпидемиолога в роли врача (рис. 3).

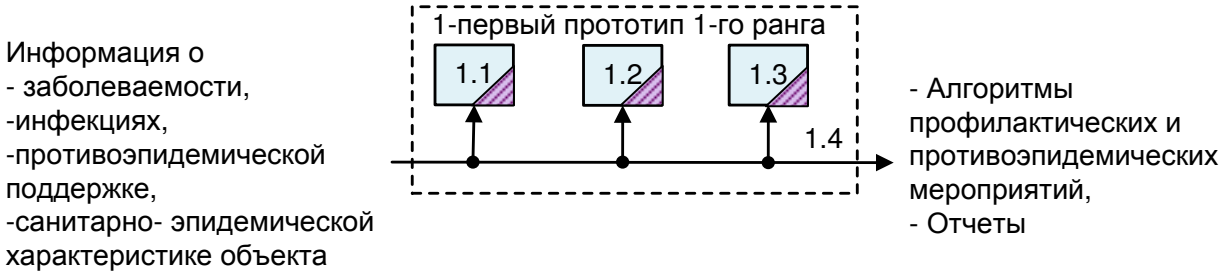


Рис. 3. Структура АРМа эпидемиолога в роли врача по прототипу [8] и его развитию (подсистемы: 1.1 – информационная, 1.2 – диагностическая, 1.3 – управленческая, 1.4 – интерфейса)

В качестве 1-го прототипа 1-го ранга взята непосредственно система эпидемического надзора [8], состоящая (см. рис. 3) из подсистем:

- информационной (данные мониторинга заболеваемости, возбудителей и всех звеньев эпидемического процесса согласно учению Л. В. Громашевского, 1941: источника инфекции; механизма передачи, восприимчивого организма),
- диагностической (оперативный и/или ретроспективный анализы), а также
- управленческой (руководство разработкой и выполнением мероприятий инфекционной безопасности).

На входе в систему – информация о заболеваемости, инфекциях, организации противоэпидемической поддержки, санитарно-эпидемической характеристике медицинского учреждения, на выходе – обработанная и отсортированная информация и отчеты. Видно, что полной замены или удаления имеющихся в прототипе подсистем, а также внесения новых не требуется, изменения касаются лишь внутренней структуры этого АРМа.

Предлагаемые решения направлены на усиление внимания к состоянию объекта, к организации противоэпидемических средств поддержки и планированию мероприятий при спорадическом, привычном уровне заболеваемости, т.е. в тех случаях, когда классически построенная система эпидемического надзора не может дать алгоритма действий врача-эпидемиолога в сложившейся ситуации. Иными словами, актуален вопрос: «Если уровень заболеваемости низкий и признаков активизации эпидемического процесса не выявлено, значит ли это, что отсутствует потребность в проведении каких-либо мероприятий?» Санитарные правила, методические рекомендации и др. релевантные документы в основном построены как руководства по соблюдению инфекционной безопасности медицинским персоналом при организации лечебного процесса или сотрудниками службы приготовления пищи при осуществлении своих обязанностей и т.д. Основные направления деятельности врача - клинического эпидемиолога медицинского учреждения обозначены нечетко и упомянуты лишь в некоторых нормативных документах [1, 4, 11].

Однако, конкретные действия в виде алгоритмов или стандартов для специалиста, отвечающего за организацию мероприятий инфекционной безопасности, а также перечень и формы заполняемых им документов (обозначены лишь некоторые, в составе отчетности за определенный период времени) не прописаны нормативными документами и часто определяются личным опытом клинического эпидемиолога. Поэтому до сих пор отсутствуют критерии оценки его деятельности, и сложно определить величину вклада в обеспечение на объекте благополучной эпидемической ситуации, которая складывается под влиянием множества разнообразных факторов.

Функционирование АРМа эпидемиолога в роли врача отражает рис.4.

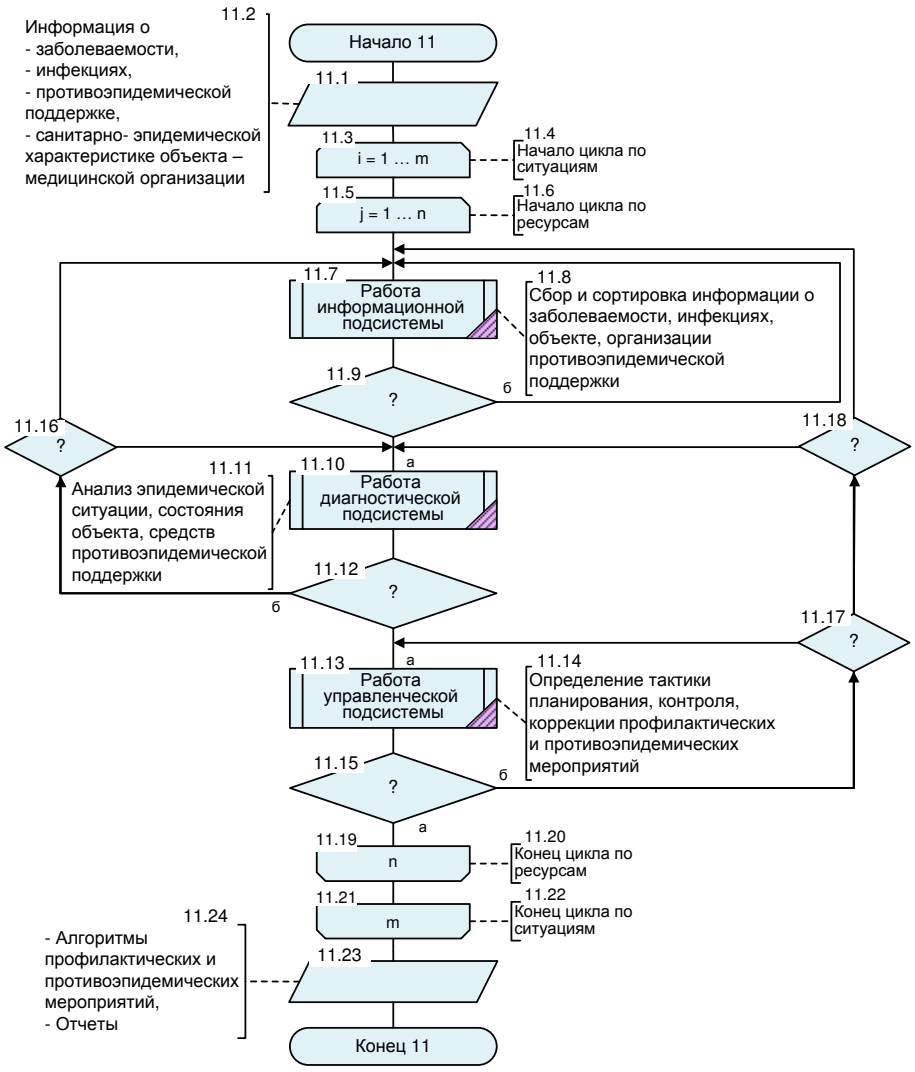


Рис. 4. Алгоритм (на языке блок схем по ГОСТ 19.701) функционирования АРМа эпидемиолога в роли врача

Видно, что велика роль возвратов (блоки 11.16, 11.17, 11.18) к основным подсистемам.

На рис. 5 представлена системно-структурная модель информационной подсистемы, а на рис. 6 – алгоритм ее функционирования.

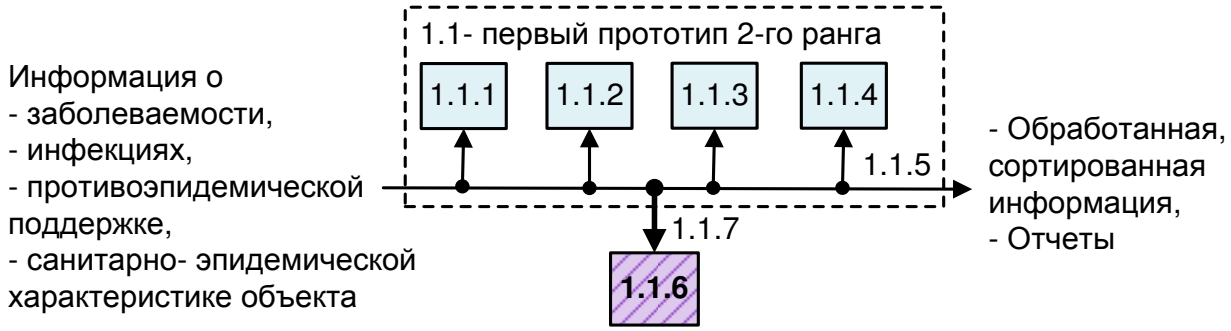


Рис. 5. Структура информационной подсистемы АРМа эпидемиолога в роли врача по прототипу [8] и предлагаемому решению
(блоки мониторинга: 1.1.1 – заболеваемости, 1.1.2 – микробиологического, 1.1.3 – иммунологического, 1.1.4 – зооэнтомологического, 1.1.6 – организационно-объектного, 1.1.5 и 1.1.7 – интерфейсы)

Структуру 1-го прототипа 2-го ранга предлагается дополнить блоком организационно-объектного мониторинга и соответствующим интерфейсом. На входе в подсистему – вся поступающая в АРМ эпидемиолога-врача информация о заболеваемости, инфекциях, характеристике противоэпидемической поддержки и объекта (медицинского учреждения), на выходе – эта же информация, но в обработанном и сортированном по направлению виде.

В прототипе практически не уделено внимания отслеживанию текущего санитарно-эпидемического состояния объекта: не прописано, какие медицинские объекты (учреждение, помещения, оборудование, расходные материалы, персонал и др.), какие параметры и их характеристика интересны в эпидемическом плане, как оценивать их значение, какую угрозу это может представлять. Отдельные направления организации противоэпидемической поддержки учитывают при составлении отчетных форм, но далеко не все. Не разработан механизм сбора, хранения и отслеживания динамики этой информации в полном объеме, а не по ее разрозненным составляющим (чаще всего это данные по иммунизации, медицинским осмотрам, микробиологическим исследованиям). При этом необходимо отметить, что проведение предлагаемого вида мониторинга не отменяет другие его виды, но проводится первым, т.к. с его помощью можно выявлять предпосылки и предвестники ухудшения эпидемической ситуации и таким образом предотвращать или существенно сократить риски.

Функционирование подсистемы 1.1 отражает рис.6.

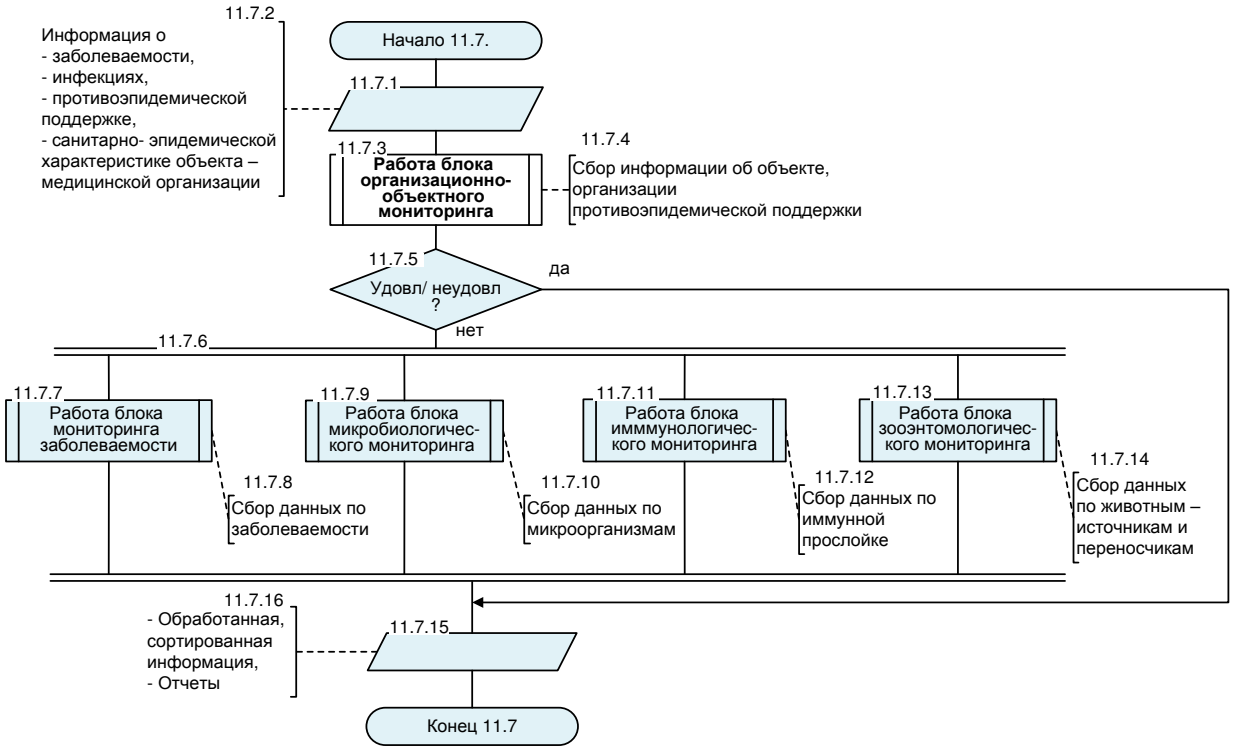


Рис. 6. Алгоритм (на языке блок схем по ГОСТ 19.701) функционирования информационной подсистемы АРМа врача-эпидемиолога.

Видно, что вновь введенный блок организационно-объектного мониторинга (1.1.6) предшествует работе традиционных блоков.

Системно-структурная модель диагностической подсистемы изображена на рис. 7, а алгоритм ее функционирования – на рис. 8.

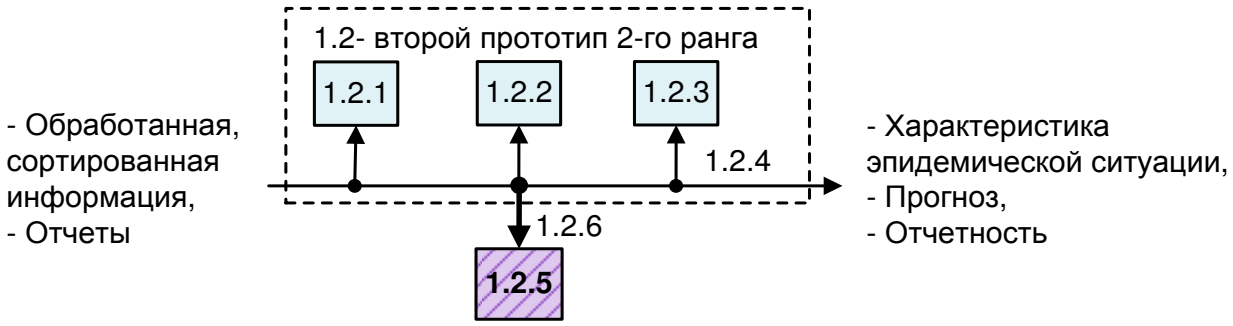


Рис. 7. Системно-структурная модель диагностической подсистемы АРМа эпидемиолога-врача по прототипу [8] и предлагаемому решению
(блоки: 1.2.1 – предэпидемической диагностики, 1.2.2 – эпидемической диагностики, 1.2.3 – прогнозирования, 1.2.5 – анализа объекта и средств противоэпидемической поддержки, 1.2.4 и 1.2.6 – интерфейсов)

Структуру 2-го прототипа 2-го ранга предлагается дополнить блоком анализа объекта и необходимым интерфейсом. На входе в подсистему – отсортированная и обработанная информация о заболеваемости, инфекциях, характеристике противоэпидемической поддержки и объекта (медицинского учреждения), на выходе – характеристики состояния объекта, средств противоэпидемической поддержки (СПЭП) и эпидемической ситуации, прогноз и отчеты. Предэпиддиагностика направлена на выявление предпосылок

(возможных причин возникновения и распространения инфекционных заболеваний) и предвестников (признаков активизации эпидемического процесса). Система критериев их определения составлена только для некоторых видов инфекций [12, 13]. Хорошо разработан и широко известен блок эпидемической диагностики, состоящий из ретро- и оперативного эпидемических анализов [2, 5, 6, 8]. Дополнительный блок анализа объекта и СПЭП предполагает следующую цепочку действий:

- оценить санитарное состояние подразделений медицинского учреждения и организацию профилактических мероприятий в динамике,
- сохранить полученные сведения для получения возможности обратиться к ним через какой-то промежуток времени с целью сравнения и оценки новых показателей.

Задачей для работы данного блока является не только качественное определение признаков неудовлетворительного состояния, но и их количественная оценка для ответа на вопрос: какова степень выраженности проявлений у данного неблагоприятного фактора, может ли он самостоятельно, либо в сочетании с другими, вызвать и/или способствовать возникновению и/или распространению инфекционного заболевания, т.е. стать предпосылкой. Такой подход призван помочь обнаружить самое начало формирования опасной в эпидемическом плане ситуации с целью ее парирования и способствует созданию нормальной рабочей обстановки для реализации диагностического, лечебного и реабилитационного процессов, т.е. комфортному выполнению медицинским учреждением своих основных функций.

Функционирование подсистемы 1.2 отражает рис.8.

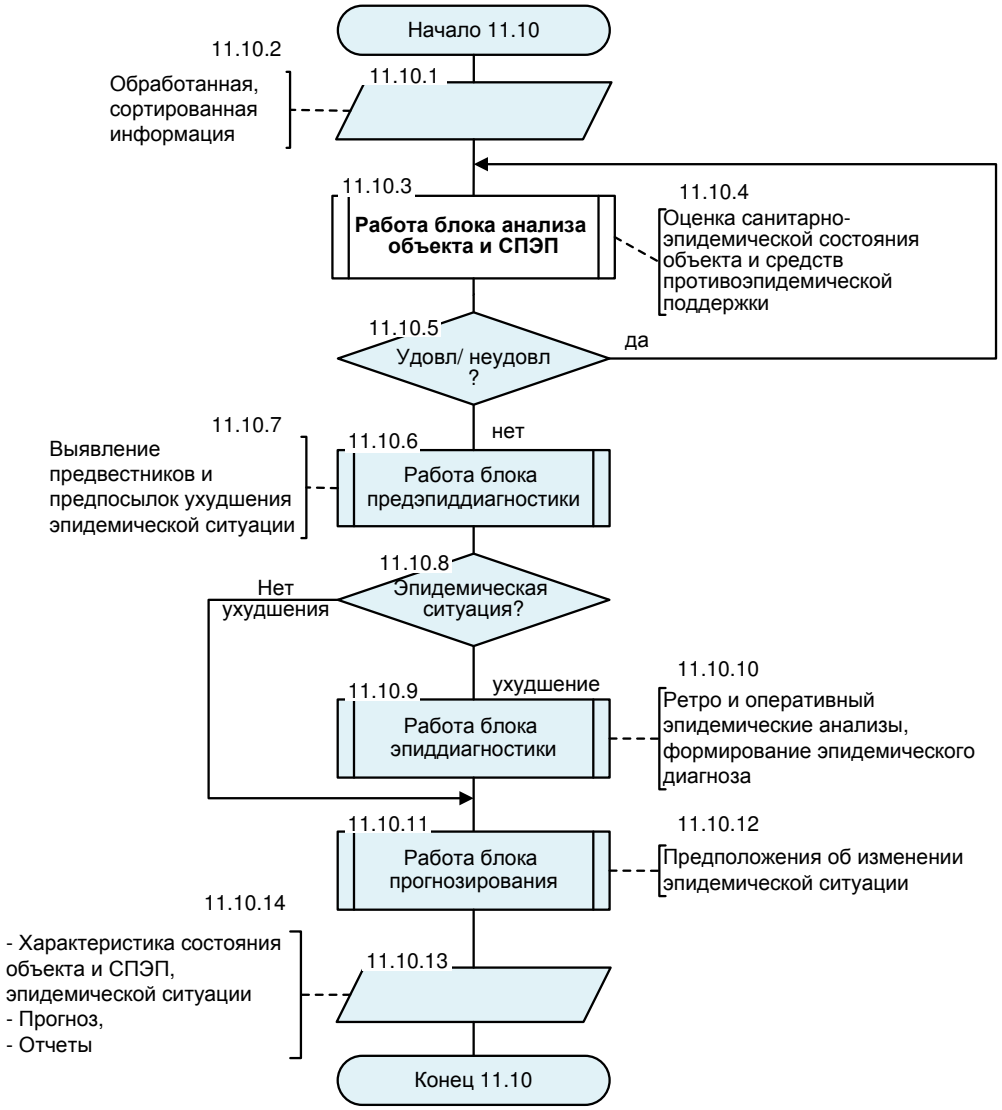


Рис. 8. Алгоритм (на языке блок схем по ГОСТ 19.701) функционирования диагностической подсистемы АРМа эпидемиолога в роли врача.

Блок анализа объекта и средств противоэпидемической поддержки (1.2.5) востребован в модели многократно.

На рис. 9 изображена системно-структурная модель диагностической подсистемы, а на рис. 10 алгоритм ее функционирования.

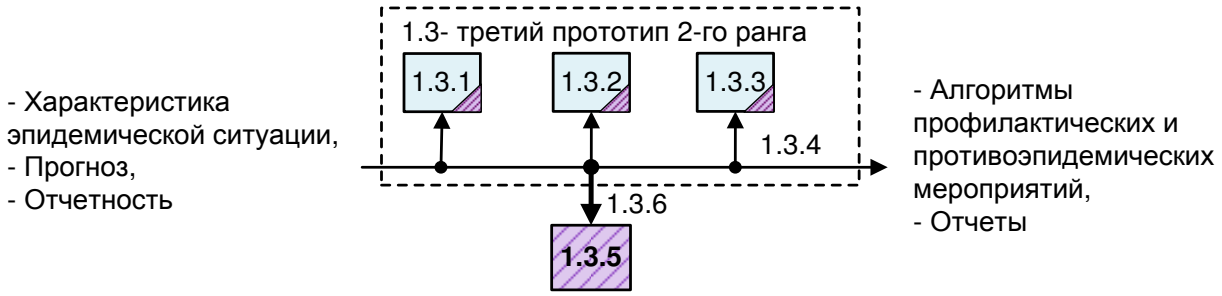


Рис. 9. Системно-структурная модель управленческой подсистемы АРМа эпидемиолога в роли врача по прототипу [8] и предлагаемому решению
(блоки: 1.3.1 – планирования, 1.3.2 – контроля, 1.3.3 – коррекции, 1.3.5 – интеграции частных управлений, 1.3.4 и 1.3.6 – интерфейсы)

Структуру 3-го прототипа 2-го ранга предлагается дополнить блоком интеграции частных управлений и необходимым интерфейсом. На входе в подсистему – характеристики состояния объекта, СПЭП и эпидемической ситуации, прогноз и отчеты, а на выходе – алгоритмы профилактических и противоэпидемических мероприятий, а также отчеты. Блоки прототипа ориентированы, прежде всего, на проанализированную информацию о выявлении инфекционных заболеваний. В таком случае алгоритмы действий известны и хорошо проработаны [14], т.к. составлены на основе нормативных документов, посвященных борьбе с конкретными инфекциями. Однако, не ясен алгоритм действий клинического эпидемиолога, когда очевидно формирование неблагоприятных условий, но ни предвестников, ни предпосылок не выявлено. Для планирования, контроля и коррекции мероприятий на уровне профилактики предлагается внести изменения в каждый соответствующий блок управленческой подсистемы. Вновь вводимый блок интеграции управлений необходим для организации порядка взаимодействия частных систем управления, различающихся по длительности и очередности периода своего действия, что необходимо для сочетания плановых и дополнительных мероприятий в критических ситуациях (например, при расширении НП МЦ [15]).

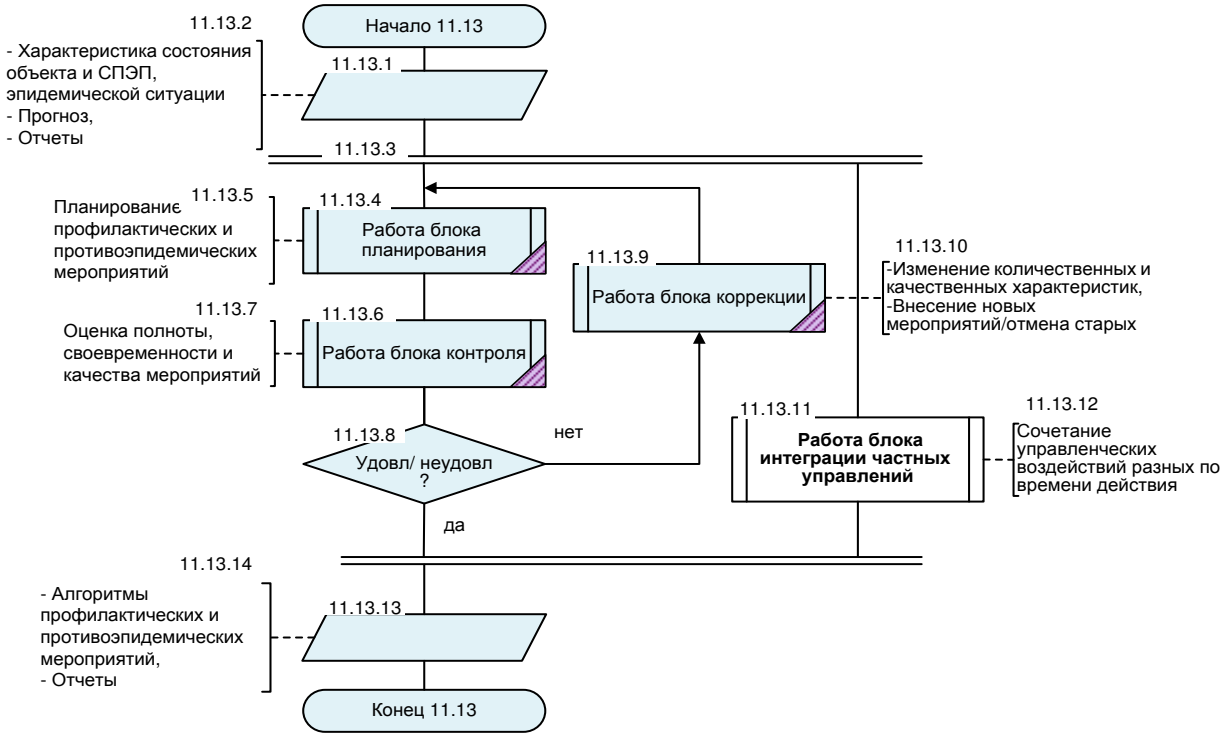


Рис. 10. Алгоритм (на языке блок схем по ГОСТ 19.701) функционирования управленческой подсистемы АРМа эпидемиолога врача.

Блок 1.3.5 координирует в параллельном режиме работу всех частных управлений.

О математической модели деятельности клинического эпидемиолога в роли ЛПР

Выполнив работы по системно-структурному и алгоритмическому моделированию МКДЭ, необходимо определить подход к оценке качества деятельности клинического эпидемиолога НП МЦ.

Общее представление об онтологических составляющих деятельности будем считать известным [16]:

$$A = < T, O, Q; R >, \qquad (3)$$

где A – деятельность, T – типология деятельности, O – объект деятельности, Q – оценка качества деятельности, R – матрица связи

Качество (Y) разрешения проблемных ситуаций клиническим эпидемиологом в роли ЛПР можно представить упрощенной моделью [17]:

$$Y = \begin{cases} Y^{*} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}|1-p|\right) \Big/ \left(1+e^{-t_r/s}\right) & \text{при } t_r \le t_d, \\ Y^{*} \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}|1-p|\right) e^{-D(t_r-t_d)} \Big/ \left(1+e^{-t_r/s}\right) & \text{при } t_r > t_d, \end{cases} \qquad (4)$$

где Y* - максимальное значение качества для данного ЛПР, P – позиция когнитивного потенциала ($\varphi 1$) ЛПР по отношению к когнитивному потенциалу ($\varphi 2$) решаемой задачи, связанной с

проблемной ситуацией, D, S – характеристики объекта, с которым связана задача, $t_{d,s}$ – время реакции ЛПР, требуемое и реальное, соответственно.

Развивая этот прототип, можно показать, что:

$$Y^{*} = \prod_{i=1}^{2} X_i^{\alpha_i} | \varphi 1 |, \qquad (5)$$

где X_1 – качество бизнес -модели деятельности эпидемиолога, X_2 – качество стратегии ее реализации, φ 1 – качество компетенций эпидемиолога в роли ЛПР, $\alpha_{\square}$ – вес

при условии: $\sum_{1}^{2} \alpha_i = 1$, $\prod$ – знак произведения.

При этом естественна следующая ситуация:

$$\varphi \mathbf{1} = \sum_{i=1}^{3} | \varphi 1_i \cdot \alpha_i |, \qquad \sum_{1}^{3} \alpha_i = 1, \qquad (6)$$

где составляющие компетенции ЛПР: φ_{11} – знания, φ_{12} – умения, φ_{13} – навыки с учетом модели (1).

Относительно X_1 в модели (5) целесообразно уточнить необходимую дефиницию термина «Бизнес- модель деятельности клинического эпидемиолога НП МЦ».

В формализме модификационной концептуальной модели [9] предлагаем считать, что бизнес - модель деятельности клинического эпидемиолога НП МЦ – это:

- виртуальная конструкция
- с функцией приближенного описания разноролевой деятельности клинического эпидемиолога в производственно-экономической сфере функционирования НП МЦ
- путем использования семантических смыслов, совокупности языковых средств разной степени строгости и научного стиля представления
- на основе здравого смысла и предметных компетенций заинтересованных лиц, целеполагания, методологических подходов, законов природы, техники и общества, принципов и нормативов, методического, информационного и компьютерного обеспечения,
- направленная на обоснование стратегии противоэпидемической службы НП МЦ, прогнозирования ее деятельности и на стремление к обеспечению управляемости эпидемической ситуацией на территории данного НП МЦ
- с целью устойчивого развития профилактического направления в благоприятных условиях и выживание за счет противоэпидемического направления в условиях активации угроз с передачей знаний в будущее,

- со свойствами иерархичности, адекватности, непротиворечивости, количественного представления результатов в развитии.

С учетом моделей (4) и (5) зависимость Y(P) при t = const будет удовлетворять виду, приведенному на рис. 11.

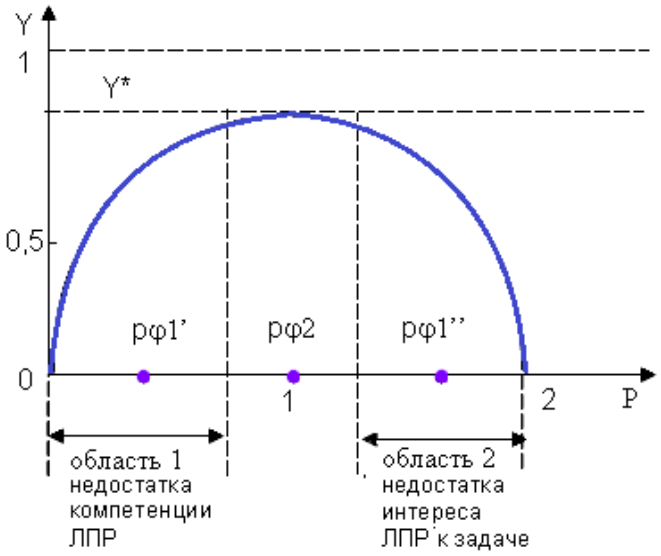


Рис. 11 Зависимость качества Y от позиционирования P когнитивных потенциалов ЛПР (pφ1) и решаемой задачи (pφ2) при t = const

Существенно, что когнитивный потенциал можно распространить на любой ресурс:

$$\overline{\varphi 1} = \sum_{i=1}^{7} \left(\overline{\varphi 1}_i \cdot \alpha_i \right), \qquad \sum_{i=1}^{7} \alpha = 1, \tag{7}$$

где ресурсы: $\overline{\varphi}_{11}$ – материальные, $\overline{\varphi}_{12}$ – энергетические, $\overline{\varphi}_{13}$ – финансовые, $\overline{\varphi}_{14}$ – временные, $\overline{\varphi}_{15}$ – людские, $\overline{\varphi}_{16}$ – информационные, $\overline{\varphi}_{17}$ – когнитивные.

Тогда позиция может быть задана в виде:

P = f (φ1 : φ2) $\in$ = [0; 2] с учетом предлагаемого правила:

$$\text{if} \quad \varphi 1 \begin{cases} \leq \\ < \\ = \ \varphi 2 \\ > \\ \geq \end{cases} \quad \text{then} \quad P = \begin{cases} 0 \\ 0 \div 1 \\ 1 \\ 1 \div 2 \\ 2 \end{cases} \quad \& \quad \cos\left(\frac{\pi}{2} |1 - p| \right) = \begin{cases} 0 \\ 0 \div 1 \\ 1 \\ 1 \div 0 \\ 0 \end{cases} \tag{8}$$

Для зафиксированной позиции P возможен вариант зависимости Y(t), приведенный на рис. 12.

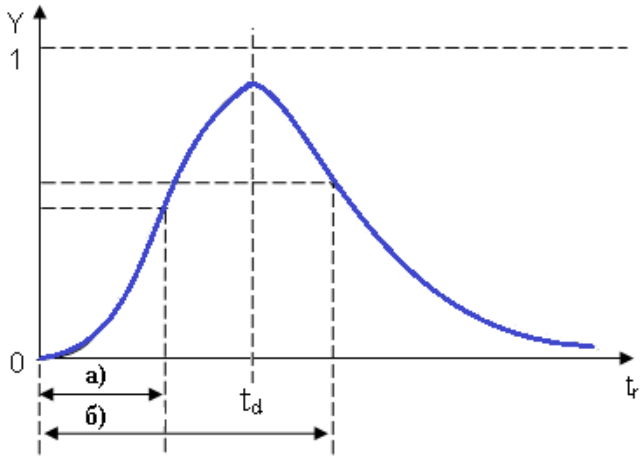


Рис. 12 Зависимость качества Y от времени t_r реакции ЛПР при P = const, где а) преждевременная реакция ЛПР, б) запоздалая реакция ЛПР

Предложенная математическая модель может послужить основой для построения поверхности Y(t,P), как показано на рис. 13, и тем самым решить поставленную ранее задачу оптимизации управления переводом комплексной системы, обеспечивающей эпидемическую безопасность медицинской организации, из фактического состояния в желаемое, например, в условиях её расширения [15].

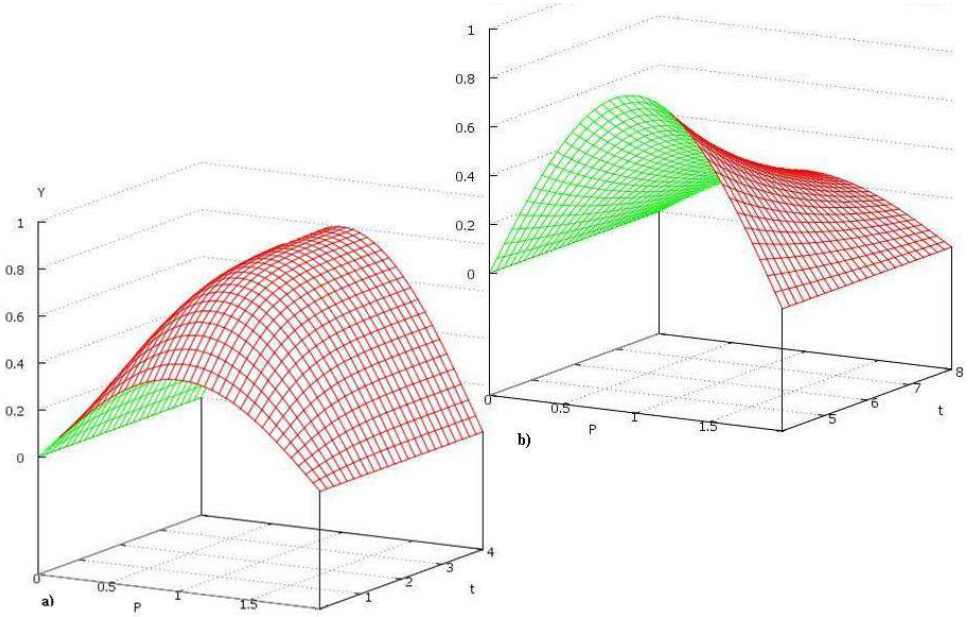


Рис. 13 Общий вид зависимости Y- P- t по модели (4), реализованной в Graficus [18] (t_d = 4, t ≤ 4 (a), t ≥ 4 (b), Y* = 0,8, S = 0,6, D = 0,3).

Результаты и их обсуждение

В результате исследования выделено 7 ролей эпидемиолога с функциональным наполнением каждой роли, предложены системно-структурные и алгоритмические модели МКДЭ в составе 7 АРМов, приведены системно-структурные и алгоритмические модели АРМа эпидемиолога в роли врача с необходимой степенью детализации, представлена

математическая модель для оценки качества деятельности эпидемиолога и ее графический образ.

Предложенные авторами структуры МКДЭ построены на основе известных научных прототипов, что определяет уровень претензий на новизну авторских решений. Представленные алгоритмы функционирования МКДЭ дополняют эту новизну режимными признаками. Аналогичным образом рассмотрены и развиты решения по АРМам 2-4, 6 и 7 (см. рис.1).

Наличие в НП МЦ готовых АРМов эпидемиолога, которые можно рассматривать как корпоративные прототипы, ставит задачи выбора пути их совершенствования:

1) наращиванием имеющегося ресурса,
2) созданием новых программных продуктов, вместо морально устаревших, или сочетанием этих подходов к жизненному циклу подобных АРМов.

Любой выбор требует системно-обоснованных технических заданий, для чего авторами разрабатывается специальный автоматизированный генератор [19].

Приведенный в статье пакет математических моделей ориентирован на:

1) адаптацию алгоритмов деятельности эпидемиолога к естественно-научному описанию действия через фиксацию объекта в некой системе координат, движение объекта в этой системе при использовании минимума ресурсов;

2) единый подход к анализу бизнес-моделей, стратегии их реализации и ожидаемого результата;

3) описание зависимости результата от позиционирования задач эпидемиолога и его ресурсов во времени.

Доведение графических (структурных, и алгоритмических) моделей до математического формализма – общесистемное требование, реализация которого позволяет провести имитационный эксперимент и сравнить его результаты с эмпирическими данными для обоснования адекватности предложенных моделей. При этом имитационный эксперимент позволяет с малыми затратами и в широком диапазоне значений параметров ответить на вопросы: «что будет, если…». Натурный эксперимент либо мало информативен, либо вообще невозможен из соображений высоких затрат и рисков из-за снижения условий безопасности функционирования медицинской организации.

Заключение

В процессе проведения настоящего исследования решена задача моделирования компьютеризированной деятельности клинического эпидемиолога НП МЦ. Предложены системно-структурные и алгоритмические модели деятельности врача-эпидемиолога,

АРМы, а также математические модели оценки деятельности по разрешению проблемных ситуаций. Определены основные направления исследований на перспективу:

1) детализация АРМа эпидемиолога-врача,
2) разработка АРМов эпидемиолога в ролях педагога, научного работника, менеджера, проектировщика и системного интегратора;
3) моделирование информационного образа рабочего стола клинического эпидемиолога, движений и преобразований информационных потоков, промежуточных и конечных информационных продуктов.

Список литературы

1. Национальная концепция профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Утверждено – Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 06.11.2011 URL: http://rospotrebnadzor.ru/rss_all/-/asset_publisher /Kq6J/content/id/830857 (дата обращения 05.03.13)
2. Черкасский Б.Л. Риск в эпидемиологии. – М.: Практическая медицина, 2007. – 480 с.
3. СанПиН 2.1.3.2630-10, Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность. Зарегистрировано в Минюсте РФ 9 августа 2010 г. N 18094 URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n= 104071 (дата обращения 05.03.13)
4. Письмо Минздрава РФ от 17.04.2000 N 2510/4196-32 "О профилактике внутрибольничных инфекций" (вместе с "Концепцией "Профилактика внутрибольничных инфекций") URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=MED;n=7864; dst=0;ts=D4D486DA8EE72A76DFF78F24B30ED293;rnd=0.27663642646576403 (дата обращения 05.03.13)
5. Покровский В.И. Общая эпидемиология с основами доказательной медицины / В.И. Покровский, Н.И.Брико. – М: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 496 с.
6. Коза Н.М. Эпидемиологический надзор за инфекциями с разными механизмами передачи возбудителя, гельминтозами и иммунопрофилактикой / Н.М. Коза, И.В. Фельдблюм, В.И. Сергевин [и др.]. – Екатеринбург: УГМА, 2004. – 56 с.
7. Гольдштейн С.Л. О механизме системной интеграции / С.Л. Гольдштейн, С.С. Печеркин, М.Л. Гольдштейн // Системы управления и информатизационные технологии. 2011. № 3,1 (45). – С 127-131.
8. Беляков В. Д. Эпидемиология / В. Д. Беляков, Р. Х. Яфаев. – М.: Медицина, 1989. – 416 с.
9. Гольдштейн С.Л.. Системная интеграция бизнеса, интеллекта, компьютера. – Екатеринбург: ИД «ПироговЪ», 2006. - 392 с.

10. Самарский А.А. Математическое моделирование / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Наука. Физматлит, 1997. – 320 с.
11. Приказ Минздрава РФ от 17 сентября 1993 г. N 220 О мерах по развитию и совершенствованию инфекционной службы в российской федерации URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=100796;dst=0;ts=0E3936A453D9335FBD1B93770135B1AD;rnd=0.980990258282562 (дата обращения 05.03.13)
12. Приказ Минздрава РФ от 26.11.1997 N 345 (ред. от 05.05.2000) "О совершенствовании мероприятий по профилактике внутрибольничных инфекций в акушерских стационарах" URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=356423;dst=0;ts=5FF2EE1CD8CF6F1B703A558A990889A6;rnd=0.8000227145137464 (дата обращения 05.03.13)
13. МУ 3.1.1.2969-11 3.1.1. Профилактика инфекционных болезней. Кишечные инфекции, эпидемиологический надзор, лабораторная диагностика и профилактика норовирусной инфекции URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=121733;dst=0;ts=A03452124D0A876B1A8E544FCB33725E;rnd=0.8578962068461906 (дата обращения 05.03.13)
14. Харитонов А.Н. Организация противоэпидемических мероприятий при заносах инфекционных заболеваний в ЛПУ г. Екатеринбурга / А.Н. Харитонов, И.Ф. Салимов, Т.С. Басина [и др.]. – Екатеринбург: ООО «РС «Актив», 2011. – 36 с.
15. Блохина С.И. О системно-противоэпидемических средствах поддержки управления медицинским учреждением в условиях его расширения / С.И. Блохина, С.Л. Гольдштейн, Е.М. Грицюк // Электронный научный журнал "Системная интеграция в здравоохранении". 2012. № 3. С.4-23. URL: http://www.sys-int.ru/files/2012.3/sys_int_3_17_2012.pdf
16. Щедровицкий Г. П. Организация, руководство, управление, двухтомник. — М.: Наука, 2003. т.1, - 295 с., т. 2, - 288 с.
17. Гольдштейн С.Л. Развитие системы управления знаниями для разрешения ситуаций в бизнесе / С.Л. Гольдштейн, О.Г. Инюшкина, В.М. Кормышев. – Екатеринбург: ИД «ПироговЪ», 2006. – 220 с.
18. Графики 3d онлайн / [Официальный сайт «Grafikus.ru»].http://grafikus.ru/plot3d
19. Гольдштейн С.Л. Автоматизированный генератор технического задания для врача-проектировщика: пат. 2465646 Рос. Федерация. № 2011107371/08; заявл. 25.02.11 / С.Л. Гольдштейн, Е.М. Грицюк, Г.В. Кожарская; опубл. 27.10.12, Бюл. № 30. 8 с.

Грицюк Елена Михайловна – врач-эпидемиолог ГБУЗ СО ДКБВЛ НПЦ «Бонум», 620149, Екатеринбург, ул. Бардина, 9а, тел: (343)240-42-68 epidemiolog@bonum.info