ПРОБЛЕМА ПОСТРОЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ В РЕГИОНЕ

И.Н. Денисов, Ю.К. Ларионов, Г.Я. Резников

Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья РАМН
(директор – дейст. член РАМН, проф. О.П. Щепин), г. Москва

Наиболее затратной частью организации здравоохранения является создание инфраструктуры. Правильное построение последней определяет в конечном счете эффективность здравоохранения с точки зрения стоимости и качества лечебной деятельности. При исследовании проблемы эффективности системы здравоохранения с позиций системной инженерии на основе процессного подхода следует рассмотреть все этапы жизненного цикла этой системы в соответствии с требованиями стандарта ISO/IEC 15288-2002 "System engineering. System life cycle processes". Последний требует разработки математических моделей стандартизированных процессов, реализуемых в системе здравоохранения на стадии ее проектирования, создания, эксплуатации, развития, модернизации и снятия с эксплуатации отдельных элементов. При этом особое внимание необходимо уделять мониторингу соответствия свойств и параметров используемых моделей реализуемым процессам с целью оперативного управления последними.

Для разработки математических моделей необходима формальная постановка проблемы построения рациональной инфраструктуры системы здравоохранения в регионе.

Пусть $U = \{U_1, \dots, U_n\}$ – множество населенных пунктов региона. Очевидно, что для крупных городов необходима декомпозиция на районы, микрорайоны, зоны компактного проживания и т.д. Каждый населенный пункт U_j характеризуется численностью жителей и функцией распределения вероятности $H_{ij}(t)$ заболевания по j -ому профилю каждого жителя. Определение этой вероятности для каждого жителя практически невозможно, но ее можно заменить усредненной по населенному пункту функцией распределения вероятности $H_{ij}^{cp}(t)$ заболевания по j -ому профилю. Для инфекционных болезней по

j -ому профилю более важной статистической оценкой является функцией распределения вероятности $H_{ij}^n(t)$ заболевания одновременно n больных.

$G = \{(U_i, U_j)\}$ – обобщенный мультиграф транспортных связей населенных пунктов, учитывающий виды сообщений между ними (автомобильное, речное, воздушное, железнодорожное), расстояние, а для конкретных моделей транспортных средств – время в пути, стоимость собственного перемещения и перевозки больных.

$R = \{R_i\}$ – множество эксплуатируемых (планируемых к эксплуатации) моделей транспортных средств (автомобилей, реанимобилей, санитарных вертолетов, самолетов, катеров, вагонов, дрезин и т.п.). Каждая модель характеризуется возможностью перевозки больных, вместимостью, возможностью использовать некий подграф $G^k \subset G$, включающий пути, доступные для данной модели, скоростью перемещения по дугам G^k с учетом времени года, особенностями медицинского обеспечения больного в пути. Каждая модель представлена некоторым количеством однотипных единиц транспорта. В свою очередь каждая единица транспорта распределена по пунктам базирования.

$V = \{V_i\}$ – множество пунктов базирования медицинского транспорта, включая технику скорой помощи.

$B = \{B_i\}$ – множество медицинских учреждений (поликлиник, диагностических центров, "сестринских", "окружных", специализированных стационаров). Каждое медицинское учреждение B_i характеризуется местом размещения – привязкой к конкретному населенному пункту U_j . Не снижая общности, можно принять, что в каждом населенном пункте находится не более одного медицинского учреждения и не более одной базы транспортных средств. Это очевидно, так как отсутствует ограни-

чение на глубину декомпозиции населенных пунктов.

$A = \{A_j\}$ – множество профилей заболевания, существующих в населенных пунктах U .

$D_j = \{D\}$ – множество методик диагностики заболеваний j -ого профиля, каждая из которых характеризуется стоимостью, достоверностью и длительностью получения результатов.

$L_j = \{L_{ij}\}$ – множество методик лечения заболеваний j -ого профиля, каждая из которых характеризуется стоимостью лечения, его длительностью и эффективностью в вероятностном смысле, т.е. вероятностью излечения больного с применением этой методики. Для хронических заболеваний можно использовать в качестве характеристики методики среднее время между рецидивами заболевания T_{ij}^T , среднее время сохранения уровня "тяжести" рецидивов T_{ij} и т.п.

С точки зрения функциональных возможностей каждое медицинское учреждение B_j характеризуется подмножеством $A_j \subset A$ профилей заболевания, на диагностику и (или) излечение которых ориентировано учреждение, используемыми подмножеством $L_j^i \subset D_i$ методик диагностики заболеваний i -ого профиля и подмножеством $L_j^i \subset L_i$ методик лечения заболеваний i -ого профиля (подразумевается, что эти методики подкреплены кадрами с необходимым уровнем подготовки и оборудованием) и количеством коек i -ого профиля (K_i).

$G^{ij} \subset G$ – множество путей, последовательно соединяющих пункты базирования транспорта (U_i), нахождения больного (U_i) и медицинского учреждения (U_j). Каждый путь характеризуется временем и стоимостью перемещения, которые, в свою очередь, зависят от модели транспортного средства, а модель зачастую определяется профилем заболевания и его тяжестью, т.е. особенностями медицинского обеспечения больного в пути и необходимой срочностью его доставки. Имеет место и обратная зависимость G^{ij} , которая определяется видом (моделью) транспорта. Очевидно, что G^{ij} включает в себя петли, когда все три населенных пункта совпадают, или когда больной добирается до медицинского уч-

реждения самостоятельно. В последнем случае транспортные расходы для системы здравоохранения равны нулю.

В числе параметров, характеризующих качество инфраструктуры системы здравоохранения в регионе, можно использовать P_{ij} – функцию распределения вероятности правильной диагностики заболевания i -ого профиля при использовании i -ой методики, имеющую среднее p^{cp} , F_{ij} – функцию распределения вероятности излечения больного i -ого профиля при использовании l -ой методики лечения, имеющую среднее f^{cp}_{ij} , T_{ijl} – статистическое среднее время диагностики и лечения (время выздоровления) заболевания i -ого профиля при использовании j -ой методики диагностики и l -ой методики лечения, O_{ijn} – функцию распределения вероятности отказа в медицинской помощи больному i -ого профиля из населенного пункта U_j в n ближайших медицинских учреждениях, ориентированных на заболевания i -ого профиля, имеющую среднее O^{cp}_{ijn} , T_{ijl} – статистическое среднее время транспортировки больного при условии наличия U_i, U_j .

Очевидно, что список параметров качества является открытым в смысле как расширения, так и детализации и уточнения.

Важнейшими характеристиками системы здравоохранения в регионе выступают ее стоимостные параметры. Мы сознательно не включаем их в показатели качества в силу принципиальной невозможности стоимостной оценки жизни и здоровья больного. Итак, к важнейшим стоимостным параметрам инфраструктуры здравоохранения можно отнести следующие:

$C_{\Delta t}^K$ – стоимость койко-дня при заболевании i -ого профиля, учитывающая капитальные затраты и общие затраты профильного подразделения медицинского учреждения. Не будем включать в эту величину текущие затраты на лечение и диагностику. Очевидно, что $C_{\Delta t}^K$ зависит от доли Δ_i заполнения профильных коек;

$Zi(t)$ – функция распределения вероятности заполнения коек i -ого профиля, имеющая среднее z^{cp}_i ;

C_{ij}^l – стоимость j -ой методики лечения заболевания i -ого профиля;

C_{ij}^d – стоимость j -ой методики диагностики заболевания i -ого профиля;

T_{ij}^L – время лечения заболевания i -ого профиля с применением j -ой методики;

T_{ij}^D – время получения результатов диагностики заболевания i -ого профиля с применением j -ой методики;

C_{nijt}^T – величина транспортных расходов при условии, что U_l – пункт базирования транспорта, U_i – пункт нахождения больного, U_j – пункт нахождения медицинского учреждения при использовании n -ого вида (модели) транспорта.

Очевидно, что проблема оптимизации инфраструктуры системы здравоохранения в регионе является слабоформализуемой и более уместно рассмотреть постановку задач построения рациональной инфраструктуры.

Организация $S(B, V, R, G)$ инфраструктуры системы здравоохранения в регионе является рациональной, если обеспечивает максимальное качество Q медицинской помощи:

$$Q(S_{\text{рац}}) = \max_S Q(S) \text{ при ограничениях на } C_{\Delta i}^K, C_{ij}^L, C_{ij}^D, C_{nijt}^T, T_{ij}^L, T_{ij}^D.$$

Аналогично в качестве критериального показателя может быть выбрана стоимость лечения.

Организация $S(B, V, R, G)$ инфраструктуры системы здравоохранения в регионе является рациональной, если обеспечивается минимальная стоимость C медицинской помощи $C(S_{\text{рац}}) = \min_S C(S)$ при ограничениях на $p^{cp}, f^{cp}, O_{in}^{cp}, T_p, T_i$, где $p^{cp}, f^{cp}, O_{in}^{cp}$ – среднее функций распределения вероятности правильной диагностики, излечения больного, отказа в медицинской помощи, T_p, T_i – среднее вре-

мени транспортировки и выздоровления при заболевании i -ого профиля соответственно.

Очевидно, что аналогично можно формулировать задачи построения рациональной стационарной сети здравоохранения, сети поликлиник, состава и пунктов размещения транспортной системы здравоохранения. Для системы стационарной медицинской помощи аналогично формулируются задачи специализации стационаров, распределения койко-мест по профилям заболеваний, распределения финансирования на внедрение методик лечения и диагностики заболеваний.

Формальная постановка проблемы позволяет определить состав исходных данных, обрабатываемых в моделях стандартизированных процессов, условия функционирования моделей и результирующие параметры реализуемых процессов. Самостоятельной проблемой являются обнаружение фактических статистических закономерностей исходных данных и разработка математических моделей, адекватных предметной области.

Поступила 16.04.07.

PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF RATIONAL INFRASTRUCTURE OF HEALTH CARE SYSTEM IN THE REGION

I.N. Denisov, Yu.K. Larionov, G.Ya. Resnikov

S u m m a r y

General problems of development of rational infrastructure models of health care system in the region were considered, including the model maximizing the quality of the health care system and the model minimizing the expenses.