

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

И.А. Красильников (Санкт-Петербург)

В настоящей работе система здравоохранения рассматривается как подсистема охраны здоровья, одной из главных задач которой является предоставление медицинской помощи в случае утраты здоровья. К основным элементам системы здравоохранения относятся лечебно-профилактические и другие медицинские учреждения и организации (далее – ЛПУ).

Потенциальные возможности здравоохранения не ограничены, однако обычно ощущается нехватка ресурсов для их реализации (кадров, оборудования, финансов и др.), что приводит, в том числе, к возникновению очередей. Это, в свою очередь, сказывается на качестве и эффективности оказываемых услуг, а в случаях, требующих скорой медицинской помощи, может вызывать серьезные осложнения, вплоть до летальных исходов.

Одна из главных управленческих задач в системе здравоохранения заключается в нахождении баланса между избытком и недостатком ресурсов. При избытке ресурсов очередей на обслуживание не возникает, но это экономически не эффективная ситуация. При недостатке ресурсов возникает необходимость откладывать оказание помощи, что приводит к негативным последствиям. Иными словами, для наиболее эффективного использования имеющихся ресурсов их загрузка должна быть максимальной, а для обеспечения минимального времени ожидания она должна быть как можно меньше [1].

На практике нахождение баланса между избытком (неэффективным использованием) ресурсов и их недостатком (ухудшением медицинской помощи) часто пытаются найти методом «проб и ошибок». Если возникает проблема, то при наличии финансирования приобретается оборудование, увеличивается штат. Затем проходит какое-то время, подводятся итоги деятельности – и выявляется простой дорогостоящей техники [2]. Однако изменить что-то уже сложно, особенно в случае эксплуатации дорогостоящего оборудования.

В ряде случаев неэффективно используется и недвижимое имущество. При строительстве или модернизации ЛПУ проектировщики используют типовые решения, а в завершающем периоде строительства или в начальный период эксплуатации часто выявляется необходимость перепланировки и изменения предназначения помещений. Это связано с тем, что запланированные кабинеты и оборудование не соответствуют объемам и структуре реальной потребности в медицинской помощи или рациональному перемещению пациентов, персонала и оборудования внутри лечебного учреждения. Такое утверждение подтверждается тем, что многие ЛПУ, только что введенные в эксплуатацию, не имеют точных планов зданий, т.к. полученные от строителей чертежи, в том числе в электронных форматах, не соответствуют фактической планировке.

Руководители, особенно государственных ЛПУ, обязаны в полной мере учитывать требования методических и регламентирующих документов органов управления здравоохранением. Однако содержащиеся в них нормативы, распространяющиеся на всю Россию, основываются, как правило, на мнении экспертов, использующих результаты локальных НИР или обобщенный опыт работы ЛПУ какого-либо региона или ведомства. Они не могут в полной мере учитывать специфику оснащения и кадровый потенциал конкретных ЛПУ, уровень и структуру заболеваемости населения обслуживаемых ими территорий. Оптимизация деятельности учреждения остается за его руководством, которое вносит те или иные коррективы, перераспределяет ресурсы и в течение месяцев и лет отслеживает, получены или нет требуемые результаты. При этом по-прежнему нет доступного инструмента поддержки деятельности специалиста и управленца, способного в достаточной мере удовлетворить его потребности при разрешении проблемных ситуаций [3].

Одним из методов, который может оказать существенную помощь в решении сложных задач управления здравоохранением, является имитационное моделирование. Построение достаточно точной цифровой модели ЛПУ или его отдельного подразделения позволяет заменить длительные и дорогостоящие управленческие эксперименты с использованием реальных ресурсов на быстрые и дешевые виртуальные эксперименты.

Предложение широко использовать имитационное моделирование в процессе управления здравоохранением носит выраженную практическую значимость. Виртуальная модель дает возможность прогнозировать и количественно оценивать влияние включенных в нее факторов на деятельность медицинской организации:

- количественное и структурное изменение контингента поступающих пациентов;
- изменение организационно-штатной структуры подразделений и/или организации в целом;
- ввод в эксплуатацию новых или, наоборот, закрытие (временное или постоянное) действующих помещений и/или подразделений;
- приобретение нового оборудования;
- внедрение новых методов диагностики и лечения, изменение алгоритмов оказания медицинской помощи.

Имитационное моделирование позволяет научным образом экспериментировать с системой, прежде чем вносить в нее реальные изменения для достижения тех или иных целевых показателей, например:

- увеличение числа принятых пациентов за счет оптимизации загрузки и эффективности использования персонала и оборудования;

- минимизация себестоимости оказываемых услуг;

и/или получать ответы на вопросы:

- Стоит ли изменять численность и структуру персонала при существующем потоке пациентов и получаемых объемах финансирования?
- Какова себестоимость тех или иных этапов оказания медицинской помощи?
- Как можно сократить простой дорогостоящего оборудования?

К сожалению, имитационное моделирование в здравоохранении России пока не получило широкого распространения. За многие годы применительно к гражданскому сектору опубликовано лишь несколько работ на эту тему [1, 4–9], в отличие, например, от США, где только на Winter Simulation Conference число таких публикаций ежегодно исчисляется десятками [10]. На наш взгляд, одной из основных причин медленного распространения этого эффективного метода является, с одной стороны, сложность использования организаторами здравоохранения бесплатных или относительно дешевых вариантов программного обеспечения из-за высоких требований, предъявляемых к математическому и техническому уровню пользователей, а с другой стороны, фактическая недоступность относительно простых в использовании вариантов коммерческих программных продуктов из-за их дороговизны (стоимость коммерческих лицензий начинается от 700–800 тыс. руб.).

Отрицательными факторами для подавляющего большинства лидеров этого рынка являются также отсутствие документации на русском языке (приятное исключение составляет AnyLogic), а также универсальность программных продуктов, которые очень непросто использовать для моделирования весьма специфической деятельности лечебных учреждений. В этом плане можно выделить специализированные для здравоохранения MedModel и FlexSim HealthCare, которые, особенно последний, преднастроены для большинства типичных ситуаций таким образом, что их моделирование практически не требует навыков программирования.

Отдельного рассмотрения требует проблема получения данных, необходимых для имитационного моделирования ЛПУ. Прежде всего речь идет о формализованном описании бизнес-процессов оказания медицинской помощи. Как правило, их моделирование пациентоцентрично и требует четкого представления о том, какой персонал, в какой последовательности, где и с использованием какого оборудования взаимодействует с определенными категориями пациентов. Некоторая часть бизнес-процессов в ЛПУ, например, в лабораториях, центрах стерилизации, не связана напрямую с пациентами. Деятельность этих подразделений в какой-то степени напоминает промышленное производство по обработке различных изделий. Чтобы подготовить описание бизнес-процессов специалисту по моделированию требуется, как правило, провести нескольких итераций интервьюирования соответствующих медицинских работников, обладая при этом достаточно полными исходными представлениями о лечебном процессе, чтобы вести обсуждение на общем профессиональном языке. Графическое представление, удобное для последующего моделирования, может не всегда соответствовать общепринятым нотациям (рис.1).

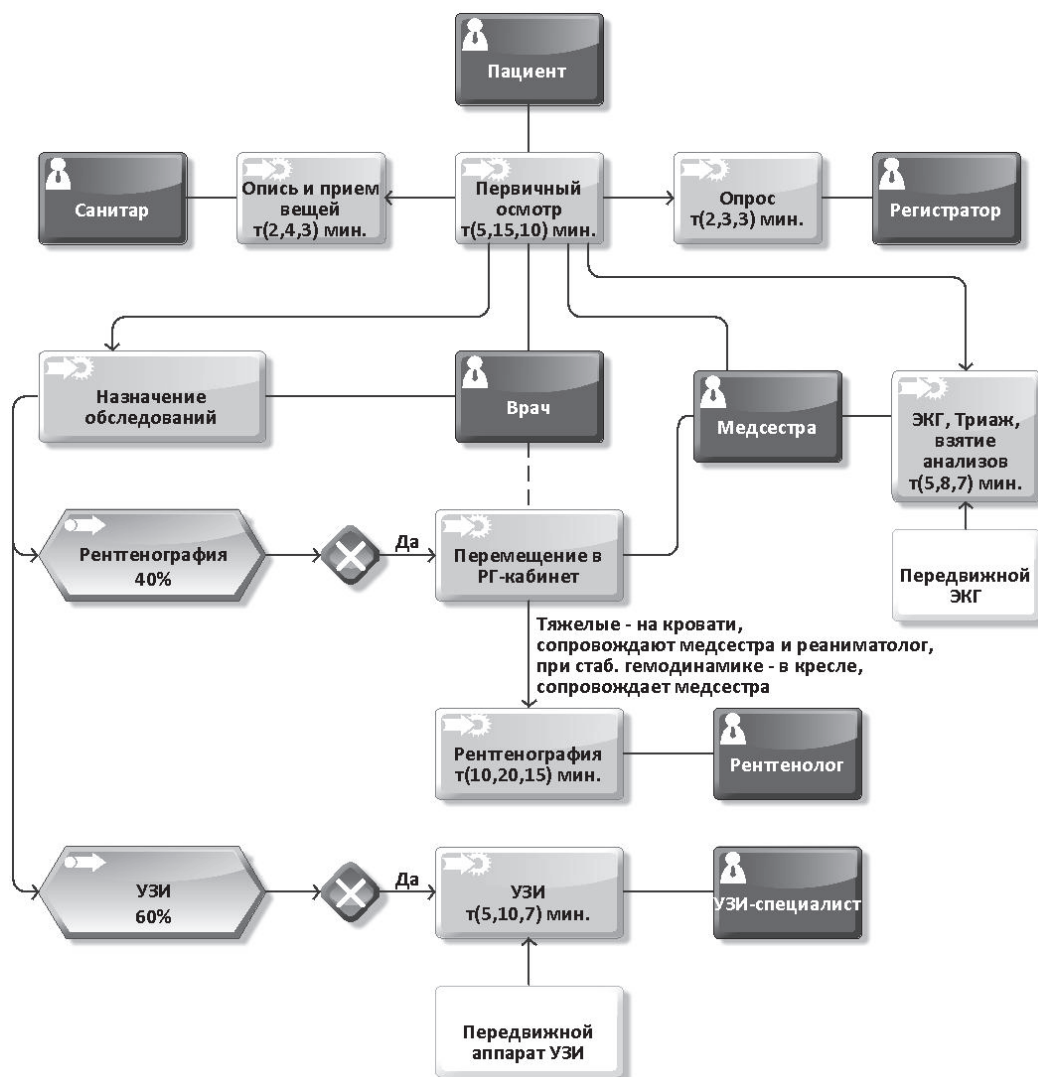


Рис 1. Фрагмент формализованного описания бизнес-процесса

Частота и длительность тех или иных диагностических и лечебных процедур у пациентов с разными видами патологии и степенью тяжести должны получить количественное описание с учетом стохастичности и нелинейности, присущей социальным и биологическим процессам. Часть необходимых данных может получена из медицинской информационной системы ЛПУ (далее – МИС), но, к сожалению, рутинная регистрация многих требуемых

для моделирования данных во всех известных нам МИС отсутствует. Так, точное время начала и окончания фиксируется только для оперативных вмешательств. Получение данных, например, о длительности нахождения пациента в процедурной или в каком-либо диагностическом кабинете требует дополнительного хронометража, хотя часто заменяется так называемой «экспертной» оценкой.

Несмотря на имеющиеся сложности, имитационное моделирование в здравоохранении имеет высокий потенциал развития. Кроме замены дорогого и длительного натурального экспериментирования его относительно дешевым и быстрым виртуальным аналогом, с помощью моделирования можно получить для сложных вопросов ответы, недоступные для других методов.

Это может быть проиллюстрировано примером создания нами с использованием единых подходов и общего программного обеспечения (FlexSim HealthCare) имитационных моделей стационарного отделения скорой медицинской помощи Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета им. академика И.П. Павлова (далее – СтОСМП) (рис.2) и приемного отделения Санкт-Петербургского ГБУЗ «Городская больница Святого Великомученика Георгия» (далее - ПрОтд). Выполняющие вроде бы сходные функции, эти отделения в организационном плане имеют принципиальные различия.

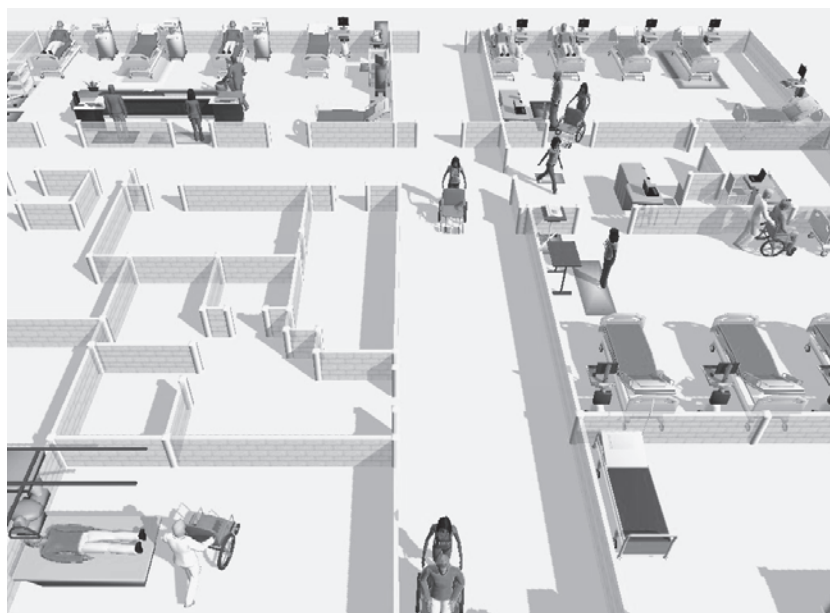


Рис.2. Фрагмент имитационной модели СтОСМП

ПрОтд функционирует традиционным для российских условий образом, регистрируя и сортируя всех поступающих пациентов с последующим направлением в лечебные отделения, лишь в экстренных случаях оказывая медицинскую помощь.

СтОСМП выполняет более сложные функции. По результатам врачебной сортировки тяжелые пациенты направляются в так называемую Красную зону, где при необходимости им проводятся реанимационные мероприятия, по результатам физикального, инструментального и лабораторного обследования устанавливается диагноз и начинается лечение. После стабилизации состояния пациенты из Красной зоны направляются для дальнейшего лечения в лечебные отделения в точном соответствии с их диагнозом. Пациенты средней тяжести поступают в Желтую зону, где, как и в Красной зоне, им устанавливается диагноз и затем они направляются в профильные отделения. А вот значительная часть пациентов с относительно легкими заболеваниями после полноценного обследования признаются не имеющими показаний к стационарному лечению, получают врачебные рекомендации и направляются на дальнейшее амбулаторное лечение.

Таким образом, в СтОСМП, в отличие от ПрОтд, осуществляется не только регистрация и сортировка поступающих пациентов, но и начинается их лечение. Кроме того, углубленная диагностика позволяет избежать направления больных в непрофильные отделения, а также осуществлять фильтрацию легких больных, которые могут успешно лечиться в амбулаторных условиях и не занимать дорогостоящий коечный фонд.

Меняя в виртуальных экспериментах количество и структуру поступающих больных, рассчитывая загрузку персонала и степень использование оборудования, виртуальное моделирование позволит количественно сопоставить разные организационные схемы поступления больных на стационарное лечение (рис.3). Также будет рассчитано максимальное количество пациентов, которое может быть пропущено в случаях чрезвычайных ситуаций через приемные отделения при их существующем кадровом и материальном оснащении или при выделении дополнительных ресурсов.

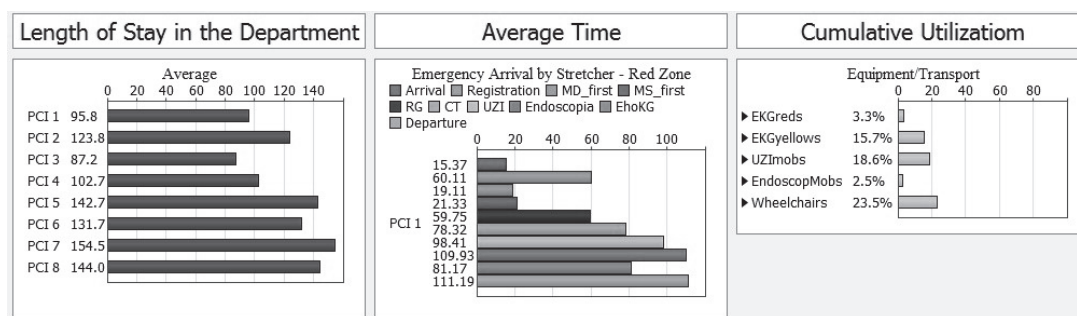


Рис.3. Фрагмент результатов имитационного моделирования

Ускорение внедрения имитационного моделирования в практику управления здравоохранением может быть достигнуто путем создания специализированной лаборатории в одном из медицинских вузов или НИИ. В рамках развития цифрового здравоохранения эта лаборатория могла бы выполнять следующие функции:

- построение, в том числе по договорам с организациями здравоохранения, цифровых имитационных 3D-моделей оказания медицинской помощи при основных видах патологии на всех уровнях:
 - пациент –врач;
 - лечебное отделение;
 - медицинское учреждение;
 - город, район;
 - субъект РФ;
- участие в подготовке предложений по оптимизации оказания медицинской помощи на основе результатов имитационного моделирования;
- экспертиза действующих и разрабатываемых методических и регламентирующих документов в области здравоохранения;
- создание в Интернете банка имитационных 3D-моделей в здравоохранении для использования в учебной, научной и практической деятельности.

Выводы

1. Внедрение имитационного моделирования в практику управления здравоохранением позволит с высоким научным обоснованием и в сжатые сроки решать сложные задачи оптимизации ресурсов ЛПУ и эффективности оказания медицинской помощи.

2. Ускорение внедрения имитационного моделирования в практику управления здравоохранением может быть достигнуто путем создания специализированной лаборатории в одном из медицинских вузов или НИИ.

Литература

1. **Карасев Н.А., Кислухина Е.В., Васильев В.А.** Использование теории массового обслуживания в организации лечебного процесса на госпитальном этапе скорой медицинской помощи // Вестник международной академии наук (русская секция). 2006. №1, С.65–68.
2. Мониторинг эффективности эксплуатации медицинского оборудования в медицинских учреждениях РФ. URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2015/07/05/2429-monitoring-effektivnosti-ekspluatatsii-meditsinskogo-oborudovaniya-v-meditsinskih-uchrezhdeniyah-rossiyskoy-federatsii>
3. **Малышева Е.Н., Гольдштейн С.Л.** Обзор инструментария имитационного моделирования системы организации медицинской помощи как сложной динамической системы // Врач и информационные технологии. 2010. №3. С.31–37.
4. **Куликова О.М., Овсянников Н.В., Ляпин В.А.** Имитационное моделирование деятельности медицинских учреждений на примере Омска // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2014. № 4 (18). С. 219–225.
5. **Попов А.А.** Разработка модели медицинского Call-центра города Красноярска на основе системы имитационного моделирования ANYLOGIC // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 1. С. 57–61.
6. **Рагулин А.П., Савченко И.Ф.** Опыт создания имитационной модели учреждения «семейной медицины» // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сборник докладов первой всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2003. Том 2. СПб.: ЦНИИТС. 2003. С. 196–200.
7. **Рыбальченко И.Е., Куликова О.М.** Разработка инструментария повышения результативности медицинских услуг в сфере здравоохранения РФ // Журнал правовых и экономических исследований. Journal of Legal and Economic Studies, 2017. N 2. С. 113–118.
8. **Уйба В.В., Верзилин Д.Н., Максимова Т.Г.** Организация медицинской помощи при ликвидации последствий техногенных катастроф: аналитико-имитационное моделирование // Имитационное моделирование. Теория и практика: Сборник докладов Третьей всероссийской научно-практической конференции ИММОД-2007. Том 2. СПб.: ФГУП ЦНИИТС. 2007. С. 207–210.
9. **Хубаев Г.Н., Щербаков С.Н.** Особенности построения и использования системы автоматизированного синтеза имитационных моделей СИМ-UML // Седьмая всероссийская научно-практическая конференция «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2015: Труды конф., 21-23 окт. 2015 г., Москва: в 2 т. / Ин-т проблем упр. им. В.А. Трапезникова Рос. акад. наук ; под общ. ред. С.Н. Васильева, Р.М. Юсупова. Т. 2. М.: ИПУ РАН, 2015. 469 с. С.400–403.
10. **Arisha Amr, Rashwan Wael.** Modeling of healthcare systems: past, current and future trends // Proceedings of the 2016 Winter Simulation Conference T. M. K. Roeder, P. I. Frazier, R. Szechtman, E. Zhou, T. Huschka, and S. E. Chick, eds. 2016. Arlington, Virginia, USA. P.1525–1534.