

## СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРИЕМНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

К.А. Филиппова, Ю.И. Крылова, И.А. Красильников,  
Д.И. Курапеев (Санкт-Петербург)

Приемные отделения больниц часто спроектированы, оборудованы и укомплектованы персоналом с учетом конкретных потребностей одного или нескольких приоритетных классов пациентов. Одной из существенных характеристик приемного отделения является сложно контролируемая частота прибытия пациентов, особенно экстренных.

Повышение требований к качеству и эффективности оказания медицинской помощи, в том числе связанных с ужесточением противоэпидемического режима работы, нередко приводят к необходимости реконструкции приемных отделений медицинских организаций. При этом требуется учесть изменение потоков пациентов в различные дни недели и время суток, а также возможность экстренного увеличения числа госпитализаций, например, при чрезвычайных ситуациях [1]. Тестирование потенциальных сценариев работы приемных отделений на виртуальных моделях существенно повышает обоснованность принимаемых проектных решений [2].

При реконструкции одного из приемных отделений НМИЦ им. В.А. Алмазова требовалось учесть исключение из потока пациентов детей, а также уменьшить время контакта пациентов между собой и общую длительность их нахождения в приемном отделении. Для построения имитационной модели было выбрано программное обеспечение FlexSim, имеющее две переключаемых взаимосвязанных среды моделирования: общетехническую и ориентированную на решение специфических задач здравоохранения среду Healthcare [3]. Формализованное описание бизнес-процессов (рис.1) осуществлялось на основе интервьюирования сотрудников приемного отделения.

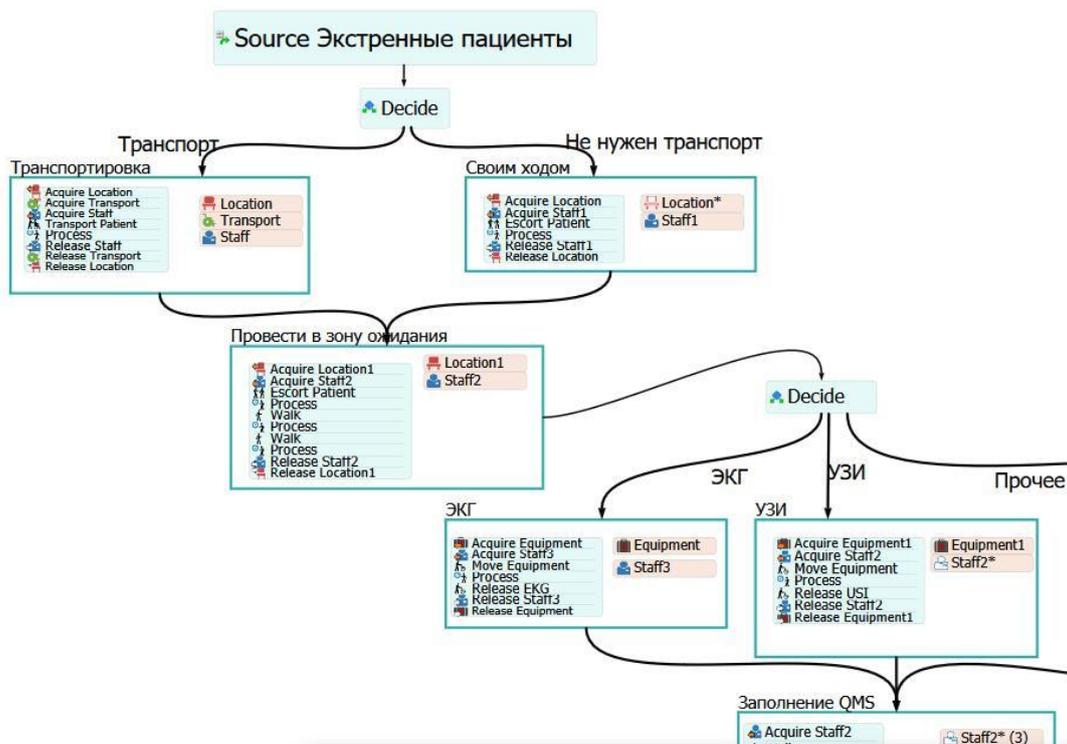


Рис. 1. Фрагмент формализованного описания процесса оказания медицинской помощи экстренным пациентам в приемном отделении

Данные о госпитализации были получены из специально созданной для имитационного моделирования базы данных в СУБД MS SQL Server, в которую были импортированы данные за 2019 г. из медицинской информационной системы (МИС) qMS.

Все больные делились на две группы – плановые и экстренные. Данные об интенсивности потоков пациентов вводились в модель в виде параметров пуассоновского распределения. Длительность контакта пациентов с медицинскими работниками оценивались на основе хронометража и/или экспертных оценок с использованием экспоненциального распределения.

Для построения 3D модели технической службой был предоставлен план приемного отделения в графическом формате dwg, размещение мебели и оборудования фиксировалось на фотографиях.

Время нахождения пациентов в приемном отделении измерялось по данным модели от момента поступления в очередь на регистрацию до убытия в лечебное отделение.

Созданная имитационная модель позволяла фиксировать пересечение потоков пациентов как визуально (по интенсивности цвета кружков), так и количественно (рис. 2). Каждый эпизод контакта двух перемещающихся пациентов автоматически накапливался в статистической таблице с указанием начала и окончания контакта.



Рис. 2. Пересечение потоков пациентов в приемном отделении

Проведенные с имитационной моделью виртуальные эксперименты позволили оценить влияние изменений характеристик приемного отделения, указанных заказчиком настоящей работы, на такие показатели, как длительность ожидания в очереди на регистрацию (табл. 1), время нахождения пациентов в приемном отделении (табл. 2) и частота их контактов при перемещении (табл. 3). Характеристика «Как есть» относится к состоянию приемного отделения до начала реконструкции.

Таблица 2. Среднее время ожидания регистратора

Состояние приемного отделения	Характеристика	Результат (мин)
Как есть	2 регистратора	5.48
Эксперимент	4 регистратора	1.93

Вполне ожидаемо, что увеличение числа регистраторов с 2 до 4 сокращает среднее время нахождения пациентов в очереди почти в 3 раза. Хотя абсолютные значения при состоянии «Как есть» относительно невелики (менее 6 мин.), оценка уменьшения среднего времени ожидания регистратора может быть полезной при прогнозе резкого увеличения потока поступающих пациентов.

Таблица 3. Среднее время нахождения плановых пациентов в приемном отделении

Состояние приемного отделения	Характеристика	Среднее время (мин.)	
		До осмотра врача	До перевода в лечебное отделение
Как есть	2 регистратора и 1 врач	28.24	41.92
Эксперимент №1	2 регистратора и 2 врача	25.04	37.38
Эксперимент №2	4 регистратора и 2 врача	23.54	32.03

Плановые пациенты составляют около 85% больных, поступающих в приемное отделение. Увеличение числа регистраторов и/или врачей приводит к уменьшению как времени до первичного осмотра врача, так и общего времени нахождения пациентов в приемном отделении. Эксперимент № 1 показывает сокращение этих показателей на 11.3% и 10.8%, а эксперимент № 2 – на 16.6% и 23.6% соответственно. Для принятия конкретного управленческого решения соответствующий руководитель должен оценить необходимость достижения вышеуказанных показателей с учетом увеличения необходимых для этого финансовых и материальных затрат.

Таблица 4. Количество пересечений пациентов, перемещающихся по приемному отделению в течение 8 часов его работы

Состояние приемного отделения	Характеристика	Количество пересечений
Как есть		90
Эксперимент №1	Перемещение кабинета врача	69
Эксперимент №2	Добавление нового кабинета врача	26
Эксперимент №3	Создание отдельных входов для плановых и экстренных пациентов	2

В период неблагополучия по инфекциям с аэрозольным механизмом передачи возбудителей частота контактов пациентов, среди которых могут быть как больные с манифестными формами инфекций, так и бессимптомные носители, является важным показателем готовности работы приемного отделения в сложных эпидемических условиях. Незначительное уменьшение риска внутрибольничного заражения может быть получено при перемещении кабинета врача в другое помещение (эксперимент № 1). Значительно больший эффект достигается, если будет увеличено

число работающих врачей (эксперимент № 2). Однако радикальным решением является разделение потоков плановых и экстренных пациентов путем создания для них отдельных входов (эксперимент № 3).

С учетом результатов виртуальных экспериментов с имитационной моделью, а также требований руководящих документов и в условиях материально-технических и финансовых ограничений в утвержденный план реконструкции приемного отделения были включены следующие решения и начата их практическая реализация:

- исключен поток госпитализируемых детей;
- добавлен отдельный вход для экстренных пациентов;
- добавлен кабинет принимающего врача;
- увеличено количество регистраторов до 4-х человек;
- изменено расположение некоторых кабинетов;
- добавлен кабинет с палатой интенсивной терапии;
- на территории приемного покоя установлен МРТ;
- в палаты интенсивной терапии добавлены компьютер для регистрации экстренных пациентов

Таким образом, имитационное моделирование позволило научно обосновать некоторые варианты решения актуальной практической задачи оптимизации работы приемного отделения крупного федерального стационара.

#### **Выводы**

1. Использование специализированного программного обеспечения позволяет успешно внедрять имитационное моделирование в практику решения управленческих задач в области здравоохранения.

2. Создание имитационных моделей типовых структурных подразделений учреждений здравоохранения позволит после незначительных корректировок тиражировать оптимальные управленческие решения.

#### **Литература**

1. **Красильников И. А.** Имитационное моделирование приемного отделения городской больницы: построение цифровой модели и оптимизация деятельности / И. А. Красильников, Н. М. Миронова, И. А. Соколова // Врач и информационные технологии. 2018. № 2. С. 58-70.
2. **Прохоров А., Лысачев М.** Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное. – М.: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.
3. Использование FlexSim Healthcare в оптимизации работы стационарного отделения скорой медицинской помощи / Е. А. Цебровская, И. А. Красильников, В. М. Теплов, А. Е. Коробенков // Имитационное моделирование. Теория и практика: восьмая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, Санкт-Петербург, 18–20 октября 2017 года. Санкт-Петербург: НП «НОИМ», 2017. С. 592.